

出 願 725,544

(1996.10. 3)

原出願

特 許 5,771,294

(1998. 6.23)

原特許

名 称 Acoustic image localization apparatus for distributing tone color groups throughout sound field

抄 録 An acoustic image localization apparatus localizes an acoustic image of a plurality of tone color species having various timbres to a source point with respect to a listening point within a sound field. Desired ones of separate source points are specified, which are provisionally set throughout the sound field. Each of the tone color species is assigned to one or more of the specified source points such that each specified source point is assigned with a group of desired tone color species. Acoustic images of the respective groups are localized to corresponding ones of the specified source points. Further, one of separate listening points is designated, which is provisionally set relatively to the source points so that the acoustic images are localized with respect to the designated listening point.

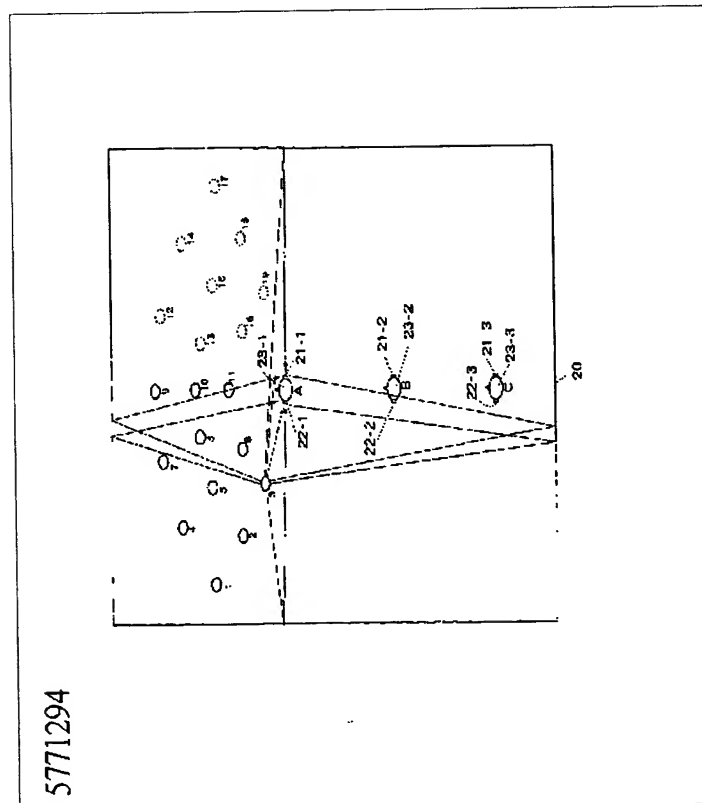
権利者 Yamaha Corporation

発明者 Inoue Toshihiro  
Torimura Hiroyuki

I P C H04S 5/00

旧USC 381/ 17

新USC 381/ 17





【特許番号(特許日)】 5,771,294(1998.06.23)

【発明の名称】 Acoustic image localization apparatus for distributing tone color groups throughout sound field

【国際特許分類 (IPC) 第6版】

H04S 5/00

【米国特許分類 (USC)】

381/17

【クレームの数】 9

【出願番号(出願日)】 725,544(1996.10.03)

【特許権者(住所)】 Yamaha Corporation(Hamamatsu, JP)

【発明者(住所)】 Inoue; Toshihiro(Hamamatsu, JP)

【発明者(住所)】 Torimura; Hiroyuki(Hamamatsu, JP)

【サーチ分野】 381/1,17,63,25

【米国引例特許】 4,118,599 10/1978 Iwahara et al.

【米国引例特許】 4,188,504 02/1980 Kasuga et al.

【米国引例特許】 4,192,969 03/1980 Iwahara

【米国引例特許】 4,219,696 08/1980 Kogure et al.

【米国引例特許】 4,817,149 03/1989 Myers

【米国引例特許】 4,908,858 03/1990 Ohno

【米国引例特許】 4,980,914 12/1990 Kunugi et al.

【米国引例特許】 5,027,689 07/1991 Fujimori

【米国引例特許】 5,046,097 09/1991 Lowe et al.

【米国引例特許】 5,052,685 10/1991 Lowe et al.

【米国引例特許】 5,105,462 04/1992 Lowe et al.

【米国引例特許】 5,127,306 07/1992 Mitsuhasi et al.

【米国引例特許】 5,173,944 12/1992 Begault 381 17

【米国引例特許】 5,174,944 12/1992 Begault

【米国引例特許】 5,305,386 04/1994 Yamato

【米国引例特許】 5,384,851 01/1995 Fujimori

【米国引例特許】 5,386,082 01/1995 Higashi

【米国引例特許】 5,406,022 04/1995 Kobayashi

【米国引例特許】 5,422,430 06/1995 Ikeya et al.

【米国引例特許】 5,440,639 08/1995 Suzuki et al.

【米国引例特許】 5,452,359 09/1995 Inanaga et al. 381 25

【米国引例特許】 5,467,401 11/1995 Nagamitsu et al. 381 63

【米国引例特許】 5,478,968 12/1995 Kitagawa et al. 84626

【米国引例特許】 5,524,053 06/1996 Iwamatsu 381 18

【外国引例特許】 355,835 08/1991

【外国引例特許】 414,998 01/1992

【優先権主張基礎出願】 5-258862 19930924 JP

【親出願との関係】

【親出願番号(出願日)】 302112 19940907

【親出願の状態】 74

【親特許番号(特許日)】 5,585,587

【要約】

#### <ABSTRACT>

An acoustic image localization apparatus localizes an acoustic image of a plurality of tone color species having various timbres to a source point with respect to a listening point within a sound field. Desired ones of separate source points are specified, which are provisionally set throughout the sound field. Each of the tone color species is assigned to one or more of the specified source points such that each specified source point is assigned with a group of desired tone color species. Acoustic images of the respective groups are localized to corresponding ones of the specified source points. Further, one of separate listening points is designated, which is provisionally set relatively to the source points so that the acoustic images are localized with respect to the designated listening point.

【従来技術】

This is a divisional of application Ser. No. 08/302,112, filed Sep. 7, 1994, now U.S. Pat. No. 5,585,587

【発明概要】

<BACKGROUND OF THE INVENTION>

The present invention relates to an acoustic image localization apparatus of an electronic musical instrument. The acoustic image localization apparatus is particularly applicable to the electronic musical instrument having a multiple of sound sources.

An audio system conventionally adopts an acoustic image localization called "binaural method". An audio signal recorded by the binaural method is reproduced through a headphone to thereby realize presence of a concert hall and to thereby form a sophisticated sound field. Recently, an electronic musical instrument also adopts localization of a performance sound to achieve a more realistic presence.

An acoustic image localization apparatus of the conventional electronic musical instrument will be described briefly in conjunction with FIGS. 10 and 11. FIG. 10 schematically illustrates a measurement of a transfer function at a pair of ears formed on a dummy head 101 within a room 104. In this example, based on the symmetry of right and left ears with respect to a center of the head, a microphone 102 is set alone into the right ear to measure a transfer function with respect to not only the right ear but also the left ear. As well known, the transfer function is given as a Laplace transform of an impulse response. Therefore, a sound source is utilized to emit an impulse toward the ear so as to readily measure the transfer function. In detail, the sound source 103 is positioned to a selected one of predetermined points as indicated by circles to emit an impulse of sound, and the microphone 102 attached to the right ear of the dummy head 101 receives the emitted impulse, which is analyzed to determine the transfer function associated to the selected point. The impulse sound source 103 is successively displaced to other points, thereby determining transfer functions of the right ear with respect to all the points which are provisionally determined throughout the listening room 104. With regard to the left ear, in view of the symmetry of the right and left ears with respect to the center line of the room 104, a transfer function of the left ear at one point is given as a measured transfer function of the right ear at another point which is symmetric to said one point with respect to the center line.

Referring to FIG. 11, the disclosed apparatus operates to localize an acoustic image of musical sounds with using the thus obtained transfer functions. The apparatus is provided with a tone generator 121 which generates a monaural signal in response to events played on a keyboard 120. A table memory 124 is provided for storing a data of the provisionally measured transfer functions in the form of finite impulse response (FIR) parameters. A pair of right and left FIR filters 122, 123 receive the monaural signal fed from the tone generator 121. Each of the FIR filters 122, 123 is set with a particular FIR parameter which is specified according to acoustic image localization coordinates X, Y. The FIR filters 122, 123 function as an electric simulator of the transfer function so as to filter the monaural signal according to the set FIR parameter. Additionally, an interpolator 125 is disposed between the table memory 124 and each of the FIR filters 122, 123 to interpolatively calculate the FIR parameter in case that the acoustic image localization coordinates X, Y specify an intermediate point which falls between the fixed points marked by the circles in FIG. 10. Namely, the interpolator 125 calculates the FIR parameter by interpolation of the stored FIR parameters corresponding to the fixed points in the vicinity of the intermediate point. A left amplifier 126 amplifies an output signal subjected to the acoustic image localization by the FIR filter 122 to produce a left channel signal. A right amplifier 127 amplifies another output signal subjected to the acoustic image localization by the FIR filter 123 to produce a right channel signal. The pair of the left and right channel signals are inputted into a headphone (not shown) to reproduce a stereo sound which has an acoustic image localized to the specified point.

However, the conventional acoustic image localization apparatus can localize only one acoustic image. Therefore, the conventional apparatus hardly realize a presence as if a multiple of sound sources are widely distributed throughout a sound field likewise an orchestra. Further, the conventional apparatus localizes an acoustic image with respect to a sole listening point, thereby restricting optimum positioning of a listener. Additionally in the measurement system of the transfer function shown in FIG. 10, a positional error may be produced between lefthand points and righthand points in practical reasons. Due to this positional error, the microphone attached to the dummy head may receive a somewhat shifted impulse response. Consequently, the measured transfer function is also irregularly shifted. Therefore, the conventional apparatus utilizing the shifted transfer function may localize the acoustic image in a rather vague form. Even worse, a stereo sound is not obtained but a monaural sound emerges when the acoustic image is localized just in front or back of the dummy head, because the transfer function measured with respect to the right ear is diverted to a transfer function of the left ear without actual measurement.

<SUMMARY OF THE INVENTION>

An object of the present invention is to provide an acoustic image localization apparatus for realizing a diverse and multiform localization of an acoustic image of a musical sound produced by an electronic musical instrument or the like. Another object of the present invention is to provide an acoustic image localization apparatus for localizing an acoustic

image of a musical sound while selecting a desired listening point at which the localized acoustic image is heard. According to one aspect of the present invention, an acoustic image localization apparatus localizes an acoustic image of a plurality of tone color species having various timbres to a source point within a sound field. The apparatus comprises means for specifying desired ones of separate source points which are provisionally set throughout the sound field, means for assigning each of the tone color species to one or more of the specified source point such that each specified source point is assigned with a group of desired tone color species, and means for localizing acoustic images of the respective groups to corresponding ones of the specified source points. By such a construction, the plurality of the tone color species can be diversely localized in the wide sound field to realize a presence of an orchestra or else.

According to another aspect of the present invention, an acoustic image localization apparatus localizes an acoustic image of a plurality of tone color species having various timbres to a source point with respect to a listening point within a sound field. The apparatus comprises means for assigning the plurality of the, tone color species to a multiple of source points which are provisionally set within the sound field such that each source point is assigned with a group of desired tone color species, means for designating one of separate listening points which are provisionally set relatively to the source points within the sound field, and means for localizing acoustic images of the respective groups to corresponding ones of the source points with respect to the designated listening point. By such a construction, an effective sound field recognized by audience can be evaluated by selecting the listening points.

In a more practical form, an electronic musical apparatus comprises generating means for generating a monaural signal containing a plurality of tone color species having various timbres, distributing means having a multiple of terminals and being receptive of the monaural signal for distributing each of the tone color species to one or more of the terminal such that each terminal collects a group of the tone color species selectively distributed thereto, localizing means having a multiple of localizing units connected correspondingly to the respective terminals such that each localizing unit processes a corresponding group of the tone color species to localize an acoustic image of the corresponding group separately from other groups in a given sound field, and output means receptive of all the groups from the localizing means for producing a stereo signal having a multiple of the acoustic images separately localized from each other in the sound field. Preferably, the electronic musical apparatus includes assigning means for selectively assigning one of source points which are predetermined separately from each other in the sound field, to one of the localizing units such that said one localizing unit localizes the acoustic image to the assigned source point as if the acoustic image originates from the assigned source point. Further, the electronic musical apparatus includes designating means for designating one of listening points which are predetermined separately from each other in the sound field so that each localizing unit localizes the respective acoustic image with respect to the designated listening point as if all the localized acoustic images are directed to the designated listening point. Moreover, the electronic musical apparatus includes selecting means for selecting one of predetermined sound fields so that each localizing unit localizes the respective acoustic image in the selected sound field as if all the acoustic images are presented in the selected sound field. Additionally, each localizing unit comprises a localizing filter for filtering the group of the tone species color to localize the acoustic image thereof according to a finite impulse response which is provisionally sampled binaurally in the given sound field. Namely, when the impulse response is provisionally sampled, a pair of microphones are attached to right and left ears, respectively, of a dummy head to binaurally measure the transfer function, thereby eliminating a positional error as opposed to the prior art. Therefore, the measured transfer function may not be shifted irregularly to thereby provide a clear acoustic image when localized according to the binaurally measured transfer function. Further, the actually measured transfer function is utilized in both of the right and left channels, thereby avoiding generation of a monaural sound along the center of the sound field in contrast to the prior art.

#### 【図面の簡単な説明】

##### <BRIEF DESCRIPTION OF DRAWINGS>

- FIG. 1 is a schematic diagram illustrating a measurement of transfer functions according to the invention.  
 FIG. 2 is a table diagram showing an example of FIR parameters determined according to the measured transfer functions.  
 FIG. 3 is a table diagram showing a symmetric relation of source points for use in conversion of the FIR parameters.  
 FIG. 4 is a schematic diagram illustrating an example of an assignment of tone color species to source points.  
 FIG. 5 is a block diagram showing an acoustic image localization apparatus of an electronic musical instrument according to the invention.  
 FIG. 6 is a detailed circuit diagram showing a distributing circuit and a localizing circuit included in the inventive acoustic image localization apparatus.  
 FIG. 7 is a flowchart showing operation of a control unit in the electronic musical instrument.  
 FIG. 8 is a flowchart showing a panel process in the electronic musical instrument.  
 FIG. 9 is a flowchart showing a keyboard process in the electronic musical instrument.

FIG. 10 is a schematic diagram showing a conventional measurement of the transfer functions in a sound field.

FIG. 11 is a block diagram showing a conventional acoustic image localization apparatus.

【発明の詳細な説明】

<DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION>

Referring to FIG. 1, provisional description is given to measurement of transfer functions in a given sound field according to the invention. A plurality of source points numbered "1"-"19" are set within a finite sound field such as a room 20. An impulse sound source is successively positioned to each of the source points for measurement of respective transfer functions. Based on the measurement results, a multiple of tone color species having various timbres will be selectively localized to these source points so as to reproduce an orchestra sound or else as if various instrument members of the orchestra were positioned to the specified source points. In the illustrated situation, the impulse sound source is set at the source point "3", and an impulse sound emitted therefrom is received at a listening point A that is a conductor's position to measure the transfer function. Namely, a part of the impulse sound from the source point "3" directly reaches a dummy head 23-1 positioned at the listening point A and the remaining parts of the same impulse sound are reflected by walls of the room 20 to indirectly reach the dummy head 23-1. The dummy head 23-1 has a pair of microphones 21-1, 22-1 attached to right and left ears of the dummy head 23-1 for receiving the impulse sounds, which are analyzed to measure the transfer functions for right and left channels.

In addition to the first dummy head 23-1 positioned at the conductor's point A, a second dummy head 23-2 is positioned to another listening point B, which is an optimum position for listening to a musical sound in the room 20. Further, a third dummy head 23-3 is positioned to a rear listening point C. In manner similar to the first dummy head 23-1, the second dummy head 23-2 has a pair of right and left microphones 21-2, 22-2, and the third dummy head 23-3 has another pair of right and left microphones 21-3, 22-3. These microphones likewise receive the impulse sound emitted from the source point "3" to measure the transfer functions relative to the listening points B and C, respectively.

By such a manner, the impulse sound source is successively positioned to the respective source points "1"-"11" to measure the transfer functions with respect to the listening points A, B, C. Further, transfer functions of the remaining source points "12"-"19" are derived from the measured transfer functions based on the symmetry of the righthand source points "12"-"19" to the lefthand source points "1"-"8" with respect to the center line of the room 20. Namely, each transfer function of the right source points "12"-"19" are derived from each measured transfer function of the symmetrically corresponding left source points "1"-"8" while exchanging a pair of the measured transfer functions between the right ear and left ear. Consequently, a number of the source points to which the impulse sound source is actually set for the measurement is reduced by half to thereby facilitate the determination of all the transfer functions. Further, the measurement of the transfer functions shown in FIG. 1 can eliminate a shift of the transfer function clue to positioned error to thereby improve a fidelity of the measured transfer function. Moreover, the exchange of the right and left channel transfer functions may cause only a negligible error due to a slight difference of the head between the left side and the right side. In addition, the pair of right and left transfer functions assigned to each of the center source points "9", "10" and "11" may have a slight differences between the right channel and the left channel to thereby avoid reproduction of a monaural sound. The thus obtained transfer function represents reverberation characteristics of the room. In view of this, the measurement or sampling of the transfer function is provisionally carried out in various types of sound fields such as a great concert hall, a live house, a jazz club, a music stadium, and a small concert hall. The sampled impulse response data is stored in the apparatus to effect the localization of the acoustic image having a presence in a designated one of the rooms.

Referring to FIG. 2, the sampled impulse response data is identified in terms of the field type such as a hall, a church, . . . a room, the listening points such as the conductor point A, the optimum point B and the rear point C, the source points "1"-"11" at which the impulse sound source is set for the measurement, and the channels L and R. For example, an impulse response data HL1A is sampled under the condition that the impulse sound source is set at the source point "1" within the hall H while the impulse is detected at the left ear L of the dummy head positioned at the listening point A. An impulse response data HR1A is different from HL1A in that the impulse is detected at the right ear R. HL1B is different from HL1A in that the impulse is detected at the listening point B. HR1B is different from HL1B in that the impulse is detected by the right ear R. Further, HL1C is different from HL1A in that the impulse is detected at the listening point C. HR1C is different from HL1C in that the impulse is detected by the right ear R. As another example, CL11A is sampled under the condition that the impulse sound source is set at the source point "11" within the church C while the impulse is detected at the left ear L of the dummy head positioned at the listening point A. CR11A is different from CL11A in that the impulse is detected at the right ear R. CL11B is different from CL11A in that the impulse is detected at the listening point B. CR11B is different from CL11B in that the impulse is detected by the right ear R. CL11C is different from CL11A in that the impulse is detected at the listening point C. CR11A is different from CL11A in that the impulse is detected by

the right ear R. Those of the impulse response data are selectively applied to an acoustic image localization circuit which is typically composed of a finite impulse response (FIR) filter. The impulse response data is used as a parameter effective to control the FIR filter.

Referring to FIG. 3, the conversion table is used for deriving the impulse response data of the rightward source points "12"-"19" from the actually sampled impulse response data of the leftward source points "1"-"8". Therefore, the impulse response data of the source points "12"-"19" are not listed in the original data table of FIG. 2. For example in the derivation, since the right source point "12" is symmetrically corresponds to the left source point "7", the impulse response data of the point "12" is derived simply from the impulse response data of the symmetric point "7" while exchanging the left and right channels with each other. Namely, HR12A is given as HL7A, and HL12A is given as HR7A. By such a manner, the data of the respective source points "12"-"19" is derived according to the conversion table of FIG. 3. Desired ones of the impulse response data are selected in terms of the source point, the room type or else, and are applied to the acoustic image localization circuit to present a desired localization of acoustic images.

Referring to FIG. 4, according to the invention, acoustic images of multiple tone color species having various timbres are localized to specified ones of the source points "1"-"19". In the illustrated instance, source points "1", "6", "9", "15" and "17" (indicated by black circles) are specified among the predetermined source points. Further, one listening point is designated among the three listening points A, B and C. In more detail, the specified source point "1" is assigned with one group of three tone color species having different timbres of chorus, piano and percussion. The specified source point "6" is assigned with a group of two tone color species having timbres of guitar and strings. The specified source point "9" is assigned with a group of three tone color species having timbres of chorus, trumpet and drums, respectively. The specified source point "15" is assigned with a group of a single tone color species having timbre of strings. The last specified source point "17" is assigned with a group of two tone color species having timbres of chorus and bass. In summary, each of the multiple tone color species is assigned to one or more of the specified source point such that each specified source point is assigned with a group of desired tone color species.

Referring to FIG. 5, the electronic musical instrument containing the inventive acoustic image localization apparatus is provided with a control unit 30 composed of a microcomputer having CPU for controlling the entire system of the instrument. A ROM 34 memorizes a control program of the control unit 30, and various control data of the tone color species. A RAM 35 is utilized as a working register or else of the control unit 30. A keyboard 32 is divided into an upper key section, a lower key section and a pedal key section. A tone generator (TG) 36 generates a monaural signal containing eight number of tone color species "1"-"8" which have various timbres such as guitar, piano and else, which are selectively set in the tone generator 36. Thus, the electronic musical instrument can concurrently reproduce the eight number of the tone color species having the different timbres. In this embodiment, four number of the tone color species are associated to the upper key section of the, keyboard 32, two number of the tone color species are associated to the lower key section, and last two number of the tone color species are associated to the pedal key section. Accordingly, the upper key section is manually played so as to generate four kinds of timbres. In similar manner, the lower key section is manipulated to concurrently generate two kinds of timbres, and the pedal key section is actuated to concurrently generate two kinds of timbres. A setting unit 31 is provided to set a tone volume balance of the eight tone color species, as well as to set key assignment of the respective tone color species.

A parameter memory 33 stores the impulse response data table shown in FIG. 2, which contains FIR parameters classified in terms of the room type, the listening point and the source point for use in an acoustic image localization circuit 38. The parameter memory 33 is accessed by the control unit 30 according to desired source points specified by means of the setting unit 31 for each of the tone color species "1"-"8" and according to a desired listening point designated by means of the setting unit 31, to thereby read out particular FIR parameters which are applied to the acoustic image localization circuit 38. This localization circuit 38 is composed of five number of separate FIR parameters which are applied to the acoustic image localization respective ones of the specified source points marked by the black circles in FIG. 4. The acoustic image localization circuit 38 receives the monaural signal containing the eight number of the tone color species which are more than the five number of the FIR filter pairs. Thus, a distributing circuit 37 is interposed between the tone generator 36 and the localization circuit 38 such as to arrange and distribute the eight number of the tone color species "1"-"8" to the five number of the FIR filter pairs. Each FIR filter carries out the acoustic image localization according to the parameters supplied from the memory 33 so that the acoustic image localization circuit 38 outputs a pair of right and left channel signals.

A headphone 48 is provided connectably to a jack 47. When the headphone 48 is attached to the jack 47, the jack 47 controls a first selector 40 to directly connect the output of the localization circuit 38 to a digital to analog converter (DAC) 41. Further, a second selector 42 is controlled to connect the output of the DAC 41 to an amplifier 46. Consequently, the digital output of the localization circuit 38 is converted into an analog signal by the DAC 41, which is

then amplified by the amplifier 46 to drive the headphone 48. By this, the headphone 48 reproduces a stereo sound containing acoustic images of the tone color species which are separately localized to the specified source points as shown in FIG. 4. The localized acoustic image is auditioned as if received at the designated listening point. On the other hand, if the headphone 48 is detached from the jack 47, the first selector 40 operates to connect the output of the localization circuit 38 to the DAC 41 through a crosstalk cancelling circuit 39. Further, the second selector 42 is operated to connect the output of the DAC 41 to another amplifier 43. This amplifier 43 amplifies the analog output of the DAC 41 to drive a pair of right and left loudspeakers 44, 45. The crosstalk cancelling circuit 39 cancels a signal component which crosstalks from one ear to another ear so as to sharply localize an acoustic image of the stereo sound produced from the pair of the loudspeakers 44, 45. Such a cancelling circuit is disclosed, for example, in Japanese Laid-Open Patent Application No. 4-150400. Generally, loudspeakers and a listening position must be optimally located to obtain an accurate localization of the acoustic image. However, the electronic musical instrument normally has builtin loudspeakers, and the player's position (i.e., listener's position) is fixed relative to a machine so that the acoustic image is readily localized as set by the instrument.

Referring next to FIG. 6, the distributing circuit 37 is comprised of eight number of distributing units 37-1, . . . , 37-8, which correspond to the eight number of the tone color species "1"-8". The figure shows a detailed construction of the first distributing unit 37-1. The remaining distributing units 37-2, 37-8 have the same construction as that of the first distributing unit 37-1. The distributing unit 37-1 is comprised of five number of parallel multipliers 37-1-1, . . . , 37-1-5, which are set with multiplication factors fed from the control unit 30. The multiplication factor can be set freely in the range of "0" through "1". For example, when the multiplication factor "0" is set to the first multiplier 37-1-1, the input of the same is completely blocked. On the other hand, when the multiplication factor "1" is set to the first multiplier 37-1-1, the input passes through the same as it is. Further, these multiplication factors can be adjusted to effect the volume regulation of the respective tone color species in case that two or more of the tone color species are associated to the same key section such as the four tone color species are associated to the upper key section. The respective outputs of these five multipliers 37-1-1, . . . , 37-1-5 are fed to corresponding ones of five terminal adders 37-11, . . . , 37-15. Such a signal processing is also carried out by the remaining distributing units 37-2, . . . , 37-8 according to control signals representative of a set of the multiplication factors provided from the control unit 30. The outputs from the five multipliers of each distributing unit are fed to the five corresponding terminal adders 37-11, . . . , 37-15. The added results of the respective terminal adders 37-11, . . . , 37-15 are fed to the subsequent localization circuit 38. In summary, the distributing circuit 37 has five number of the terminal adders 37-11, . . . , 37-15, and receives the monaural signal for distributing each of the eight tone color species contained in the monaural signal to one or more of the five terminal adders 37-11, . . . , 37-15, such that each terminal adder collects a group of the tone color species selectively distributed thereto.

The acoustic image localization circuit 38 is comprised of five number of localizing units 38-1, . . . , 38-5, and a pair of output adders 56, 57. The first localizing unit 38-1 has a detailed circuit construction as shown in the figure. The remaining localizing units 38-2, . . . , 38-5 have the same construction as that of the first localizing unit 38-1. The localizing unit 38-1 is comprised of a pair of first and second FIR filters. The first FIR filter is comprised of delay elements 50-1, . . . , 50-n connected in series to each other, multipliers 51-1, . . . , 51-n for multiplying the respective outputs of the delay elements 50-1, . . . , 50-n by given coefficients, and an adder 52 for adding all the outputs of the multipliers 51-1, . . . , 51-n with each other. In similar manner, the second FIR filter is comprised of delay elements 53-1, . . . , 53-m which are serially connected to each other, multipliers 54-1, . . . , 54-m for multiplying the respective outputs of the delay elements 53-1, . . . , 53-m by different coefficients, and an adder 55 for summing all the outputs of the multipliers 54-1, . . . , 54-m. These first and second FIR filters can perform desired filtering characteristics according to the coefficients set to the respective multipliers. The multipliers 51-1, . . . , 51-n and 54-1, . . . , 54-m receive the respective coefficients contained in the FIR parameters which are read out from the parameter memory 33 according to the selected room type, the designated listening point and the specified source points by means of the control unit 30, thereby performing desired filtering processes. The summed output from the adder 52 of the first FIR filter is fed to the output adder 56, while the other summed output from the adder 55 of the second FIR filter is fed to the output adder 57. The output adder 56 also receives the outputs from the first FIR filters of the remaining localizing units 38-2, . . . , 38-5 to produce a left channel signal. In similar manner, the other output adder 57 also receives the outputs from the second FIR filters of the remaining localizing units 38-2, . . . , 38-5 to produce a right channel signal. In summary, the acoustic image localization circuit 38 has the five number of the localizing units 38-1, 38-2, . . . , 38-5 connected correspondingly to the respective terminal adders 37-11, 37-12, . . . , 37-15 of the distributing circuit 37 such that each localizing unit processes a corresponding group of the tone color species to localize an acoustic image of the corresponding group separately from other groups in a given sound field, i.e., the



selected type of the room. The pair of the output adders 56, 57 receive all the groups from the localization circuit 38 for producing a stereo signal, i.e., the pair of the left and right channel signals having the five number of the acoustic images separately localized from each other in the sound field.

Next, the operation of the inventive acoustic image localization apparatus of the electronic musical instrument is described in conjunction with flowcharts of FIGS. 7-9. Referring first to FIG. 7, the control unit 30 composed of a CPU executes a main routine as shown in the flowchart. Upon switching-on of a power supply, Step 61 is undertaken to carry out initialization. Next, Step 62 is undertaken to carry out a panel process, such that setting conditions inputted by means of the setting unit 31 composed of an operating panel is memorized in the RAM 35. The setting conditions may include selection of a room type, designation of a listening point, assignment of source points and so on. Subsequently, Step 63 is undertaken to carry out a keyboard process such that an event on the keyboard 32 is detected to effect generating and silencing of various tone color species. Lastly, Step 64 is undertaken to carry out other process, thereby returning to the panel process of Step 62. Namely, the CPU cyclicly executes a loop composed of Steps 62-64.

Referring to FIG. 8, in a subroutine of the panel process, firstly Step 71 is undertaken to check as to if selection of the field type such as a hall, a church, a room or else is inputted. If YES, Step 72 is undertaken to memorize the selected field or room type in the RAM 35 thereby proceeding to Step 73. If the check result of Step 71 is NO, Step 73 is immediately undertaken to check as to if a desired listening point is designated from those of the conductor's point, the optimum point and the rear point. If YES, Step 74 is undertaken to memorize the designated listening point in the RAM 35, thereby proceeding to Step 75. If the check result of Step 73 is NO, Step 75 is subsequently undertaken to check as to if desired source points are specified. For example, as shown in FIG. 4, the five number of the source points "1", "6", "9", "15" and "17" are specified among the nineteen number of the source points "1"-19".

If the check result of Step 75 is found YES, subsequent Step 76 is undertaken to retrieve the FIR parameters from the parameter memory 33 according to the setting conditions such as the selected field type, the designated listening point and the specified source points, and to input the retrieved FIR parameters into the acoustic image localization circuit 38. In case that the specified source points belong to the right side of the sound field, the FIR parameters are read out through the conversion table to exchange the right and left channel parameters with each other. Then, processing advances to Step 77. If the check result of Step 75 is found NO, Step 77 is subsequently undertaken without executing Step 76. In Step 77, check is made as to if the plurality of the tone color species are selectively assigned to the specified source points. If YES, Step 78 is undertaken to feed the assignment information to the distributing circuit 37, thereby proceeding to Step 79. If the check result of Step 77 is found NO, Step 79 is subsequently undertaken to check as to if timbre settings are inputted. If YES, Step 80 is undertaken to set the various timbres such as guitar, piano and so on to the corresponding tone color species, thereby finishing the panel process to return. If the check result of Step 79 is found NO, the subroutine immediately returns.

Referring to FIG. 9, in a subroutine of the keyboard process, firstly Step 81 is undertaken to check as to if an event occurs on the upper key section UK. If YES, Step 82 is undertaken such that tone generating channels of the tone generator 36 corresponding to the events are assigned to the tone color species "1"-4" associated to the upper key section to thereby effect sounding of the tone color species "1"-4", thereby proceeding to Step 83. If the check result of Step 81 is found NO, Step 83 is subsequently undertaken to check as to if an event occurs on the lower key section LK. If YES, subsequent Step 84 is undertaken such that tone generating channels corresponding to the events are assigned to the tone color species "5" and "6" associated to the lower key section so as to sound the tone color species "5" and "6", thereby proceeding to Step 85. If the check result of Step 83 is found NO, Step 85 is subsequently undertaken to check as to if events occur on the pedal key section PK. If YES, Step 86 is undertaken such that tone generating channels corresponding to the events are assigned to the tone color species "7" and "8" associated to the pedal key section so as to sound the tone color species "7" and "8", thereby finishing the keyboard process to return. If the check result of Step 85 is found NO, the subroutine immediately returns.

As described in the panel process, the eight number of the tone color species are separately assigned to the five number of the source points specified from the source points "1"-19", for example, as shown in FIG. 4. The assigned source point of each tone color species is unchanged, while a timbre of each tone color species can be freely set. In the FIG. 4 example, the tone color species "1" has a particular timbre of chorus, and is concurrently assigned to the source points "1", "9" and "17". Consequently, the chorus sound can be heard as if emitted from the three different source points to thereby realize the chorus sound having a wide presence. Further, the tone color species "2" having a timbre of strings is localized to the source point "6" and the tone color species "3" likewise having a timbre of strings is localized to the source point "15" so that the strings sound is heard as if emitted from the two number of the source points "6" and "15" to thereby present two sets of strings separately arranged in the sound field. Moreover, the tone color species "2" may be set with a particular timbre of guitar. In the disclosed embodiment, the number of the localizing units is less than that

of the tone color species. However, one tone color species can be distributed to two or more of the localizing units to impart different localizations of the acoustic image to the same tone color species to thereby enhance varieties of the acoustic image localization in spite of the smaller number of the localizing units of the FIR filters. In modification, different field types can be mixed with each other such that some of the source points may belong to a hall and other source points may belong to a church to synthesize a new acoustic effect. In practice, if the same tone color species is distributed concurrently to a multiple of separate source points, the multiplication factor of the tone color species may be set to a small value in the distributing circuit so as to balance a tone volume of this tone color species relative to the remaining tone color species.

As described above, according to the present invention, a plurality of tone color species can be separately and freely localized to a multiple of source points to thereby realize a presence as if various instruments are played in a wide space like an orchestra. Further, several listening points can be designated so as to evaluate how the stereo sound is heard by audience.

【クレーム】

What is claimed is:

1. An acoustic image localization apparatus comprising:

a generator that generates a sound signal;

a memory device that stores a plurality of impulse response data;

a first designator circuit that designates one of separate listening points that are predetermined separately from each other in a sound field;

a second designator circuit that designates one of separate source points that are predetermined separately from each other in a sound field; and

a sound localizer that localizes an acoustic image of the sound signal to a sound point by filtering the sound signal based on impulse response data read out from the memory in accordance with the listening point designated by the first designator circuit and the source point designated by the second designator circuit, wherein the acoustic image of the sound signal is localized to the designated source point as if the acoustic image is directed to the designated listening point.

2. An acoustic image localization apparatus according to claim 1, further comprising a selector circuit that selects one of predetermined sound fields,

wherein the impulse response data is read out from the memory in accordance with the designated listening point, designated source point and the predetermined sound field selected by the selector, and the acoustic image is localized to the designated source point as if the acoustic image is presented in the selected predetermined sound field and as if the acoustic image is directed to the designated listening point.

3. An acoustic image localization apparatus comprising:

providing means for providing a sound signal;

memory means for storing a plurality of impulse response data;

first designating means for designating one of separate listening points that are predetermined separately from each other in a sound field;

second designating means for designating one of separate source points that are predetermined separately from each other in a sound field; and

sound localizing means for localizing an acoustic image of the sound signal to a sound point by filtering the sound signal based on impulse response data read out from the memory means in accordance with the listening point designated by the first designating means and the source point designated by the second designating means,

wherein the acoustic image of the sound signal is localized to the designated source point in a sound field as if the acoustic image is directed to the designated listening point.

4. An acoustic image localization apparatus according to claim 3, further comprising third designating means for designating one of predetermined sound fields that are different from each other,

wherein the impulse response data is read out from the memory means in accordance with the designated listening point, designated source point and the predetermined sound field designated by the third designating means, and the acoustic image is localized to the designated source point as if the acoustic image is presented in the designated predetermined sound field and as if the acoustic image is directed to the designated listening point.

5. An acoustic image localization apparatus comprising:

providing means for providing a sound signal;

first designating means for designating one of separate listening points that are predetermined separately from each other in a sound field;

second designating means for designating one of separate source points that are predetermined separately from each other in a sound field;

third designating means for designating one of predetermined sound fields that are different from each other;

memory means for storing a set of impulse response data for every listening point, every source point and every sound field; and

sound localizing means for localizing an acoustic image of the sound signal to a sound point by filtering the sound signal in accordance with the set of impulse response data read out from the memory means that corresponds to the designated

listening point, designated source point and designated sound field,

wherein the acoustic image of the sound signal is localized to the designated source point in the designated sound field as if the acoustic image is directed to the designated listening point.

6. An acoustic image localization apparatus comprising:

a generator that generates a sound signal;

a first designator circuit that designates one of separate listening points that are predetermined separately from each other in a sound field;

a second designator circuit that designates one of separate source points that are predetermined separately from each other in a sound field;

a selector that selects one of predetermined sound fields that are different from each other;

a memory device that stores a set of impulse response data for every listening point, every source point and every sound field; and

a sound localizer that localizes an acoustic image of the sound signal to a sound point by filtering the sound signal in accordance with the set of impulse response data read out from the memory device that corresponds to the designated listening point, designated source point and designated sound field,

wherein the acoustic image of the sound signal is localized to the designated source point in the designated sound field as if the acoustic image is directed to the designated listening point.

7. A method of acoustic image localization, the method comprising the steps of:

providing a sound signal;

storing a plurality of impulse response data;

designating one of separate listening points that are predetermined separately from each other in a sound field;

designating one of separate source points that are predetermined separately from each other in a sound field;

reading out the impulse response data in accordance with the designated listening point and the designated source point; and

localizing an acoustic image of the sound signal to a sound point by filtering the sound signal based on the read out impulse response data,

wherein the acoustic image of the sound signal is localized to the designated source point in a sound field as if the acoustic image is directed to the designated listening point.

8. A method according to claim 3, further comprising designating one of predetermined sound fields that are different from each other, wherein the impulse response data is read out from the memory means in accordance with the designated listening point, designated source point and the predetermined sound field designated by the third designating means, and the acoustic image is localized to the designated source point as if the acoustic image is presented in the designated predetermined sound field and as if the acoustic image is directed to the designated listening point.

9. A method of acoustic image localization, the method comprising the steps of:

providing a sound signal;

designating one of separate listening points that are predetermined separately from each other in a sound field;

designating one of separate source points that are predetermined separately from each other in a sound field;

designating one of predetermined sound fields that are different from each other;

storing a set of impulse response data for every listening point, every source point and every sound field;

reading out the impulse response data that corresponds to the designated listening point, designated source point and designated sound field; and

sound localizing means for localizing an acoustic image of the sound signal to a sound point by filtering the sound signal in accordance with the set of the read out impulse response data,

wherein the acoustic image of the sound signal is localized to the designated source point in the designated sound field as if the acoustic image is directed to the designated listening point.



FIG. 1

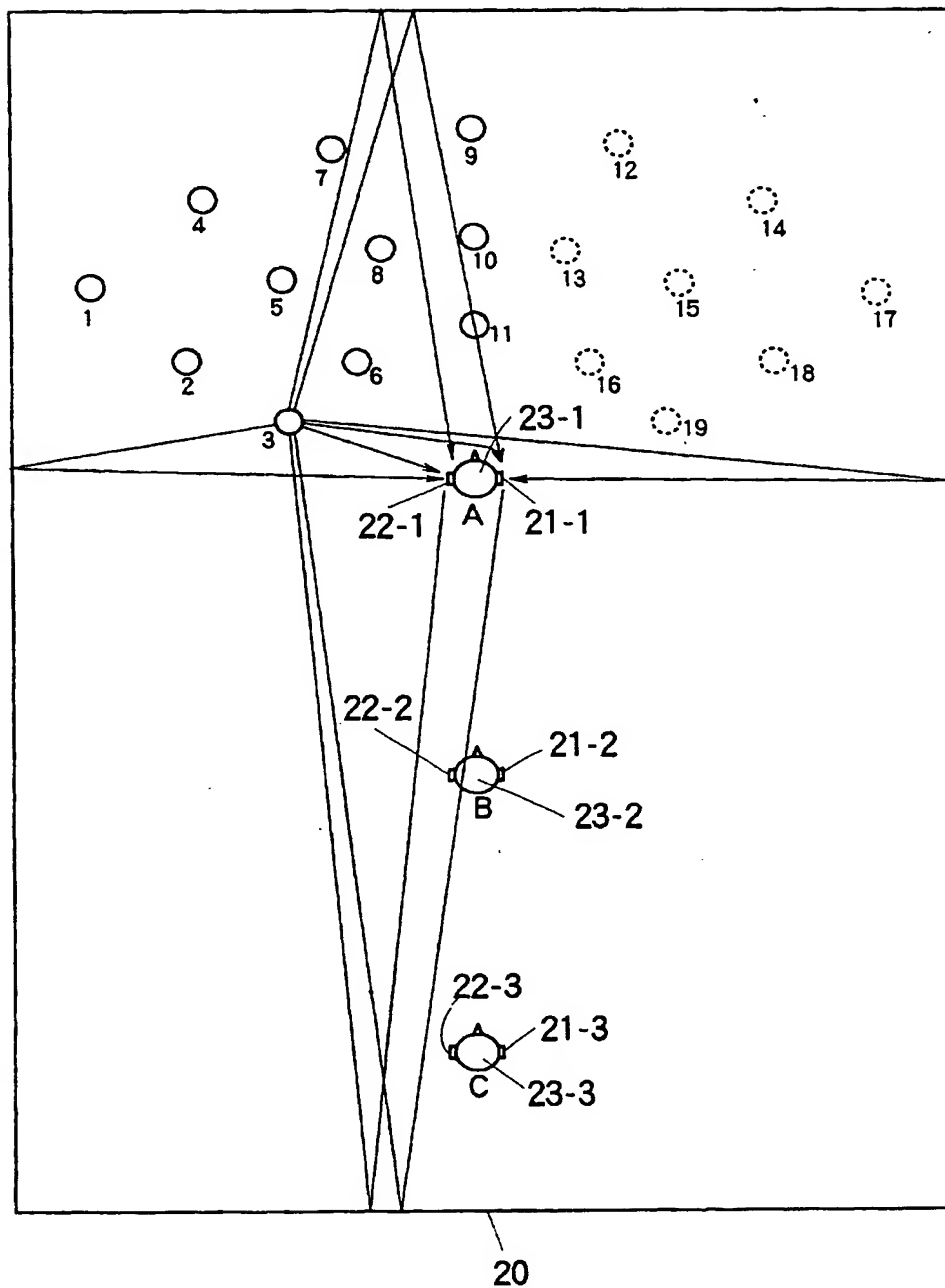


FIG. 2

Type	Source point Listening point	1	2	-----	11
Hall	A	HL1A, HR1A	HL2A, HR2A	-----	HL11A, HR11A
	B	HL1B, HR1B	HL2B, HR2B	-----	HL11B, HR11B
	C	HL1C, HR1C	HL2C, HR2C	-----	HL11C, HR11C
Church	A	CL1A, CR1A	CL2A, CR2A	-----	CL11A, CR11A
	B	CL1B, CR1B	CL2B, CR2B	-----	CL11B, CR11B
	C	CL1C, CR1C	CL2C, CR2C	-----	CL11C, CR11C
Room	A	RL1A, RR1A	RL2A, RR2A	-----	RL11A, RR11A
	B	RL1B, RR1B	RL2B, RR2B	-----	RL11B, RR11B
	C	RL1C, RR1C	RL2C, RR2C	-----	RL11C, RR11C

FIG.3

Conversion table

Right source point	12	13	14	.....	19
Left source point	7	8	4	.....	3

FIG. 4

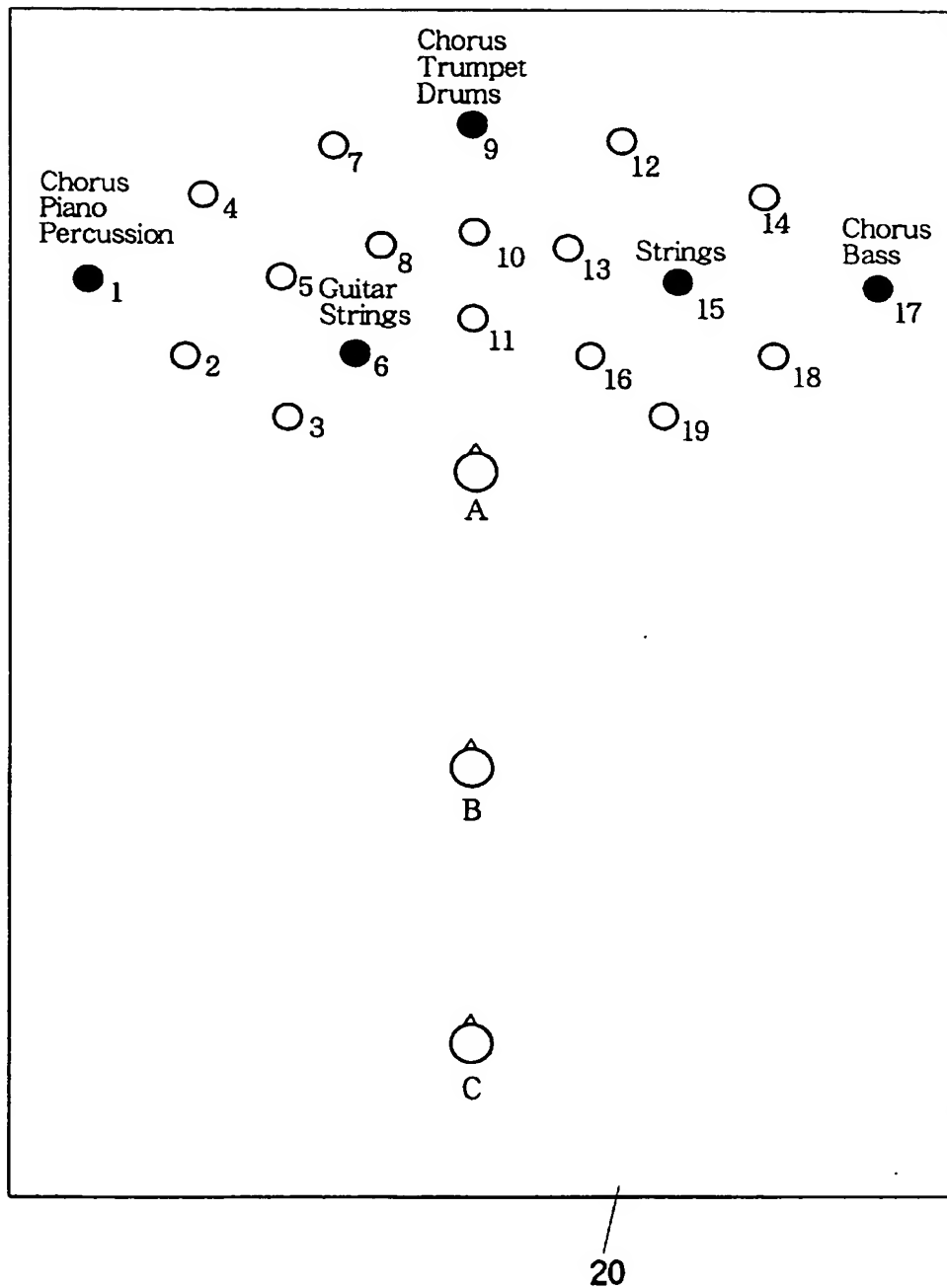




FIG. 5

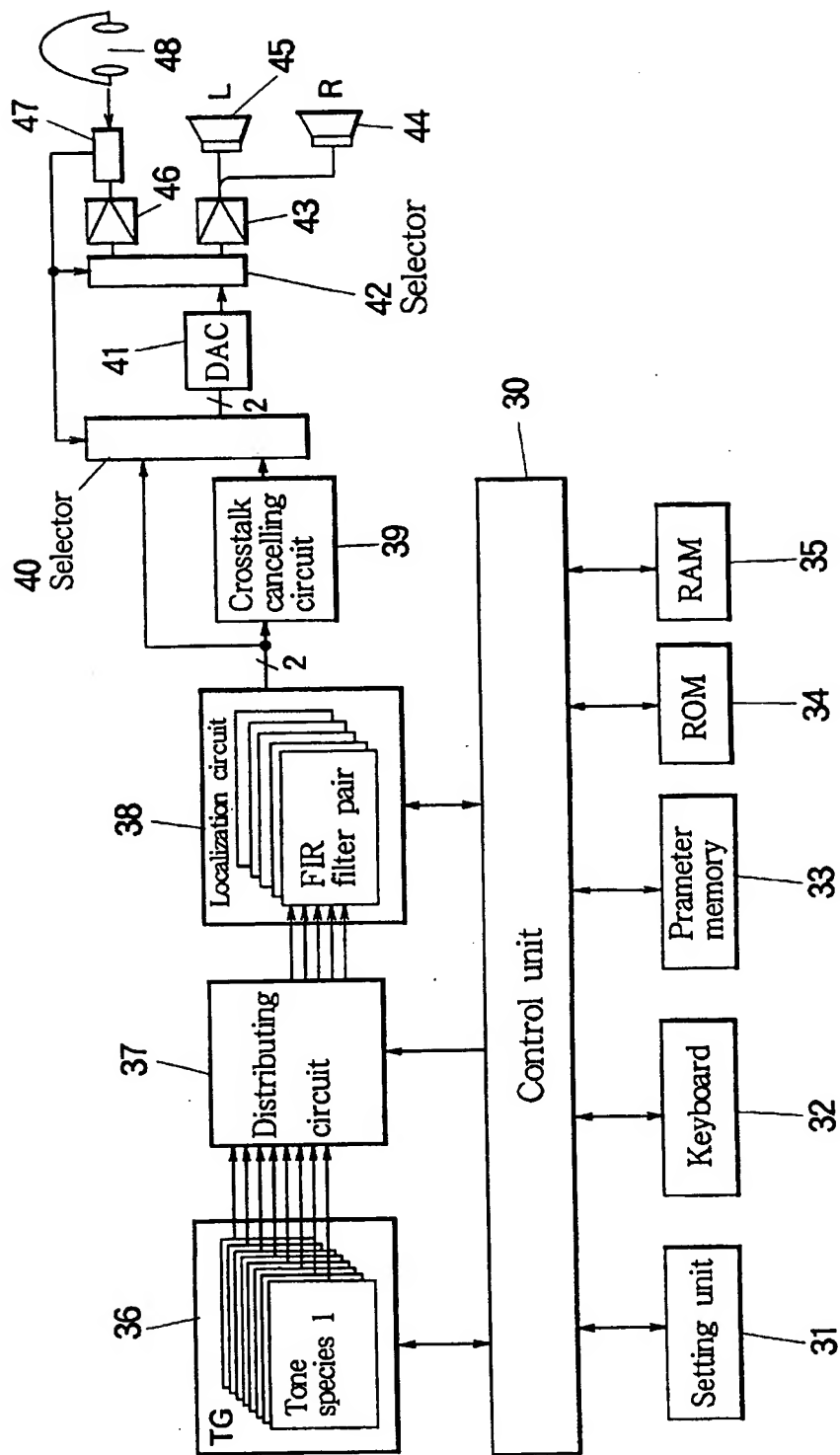


FIG. 6

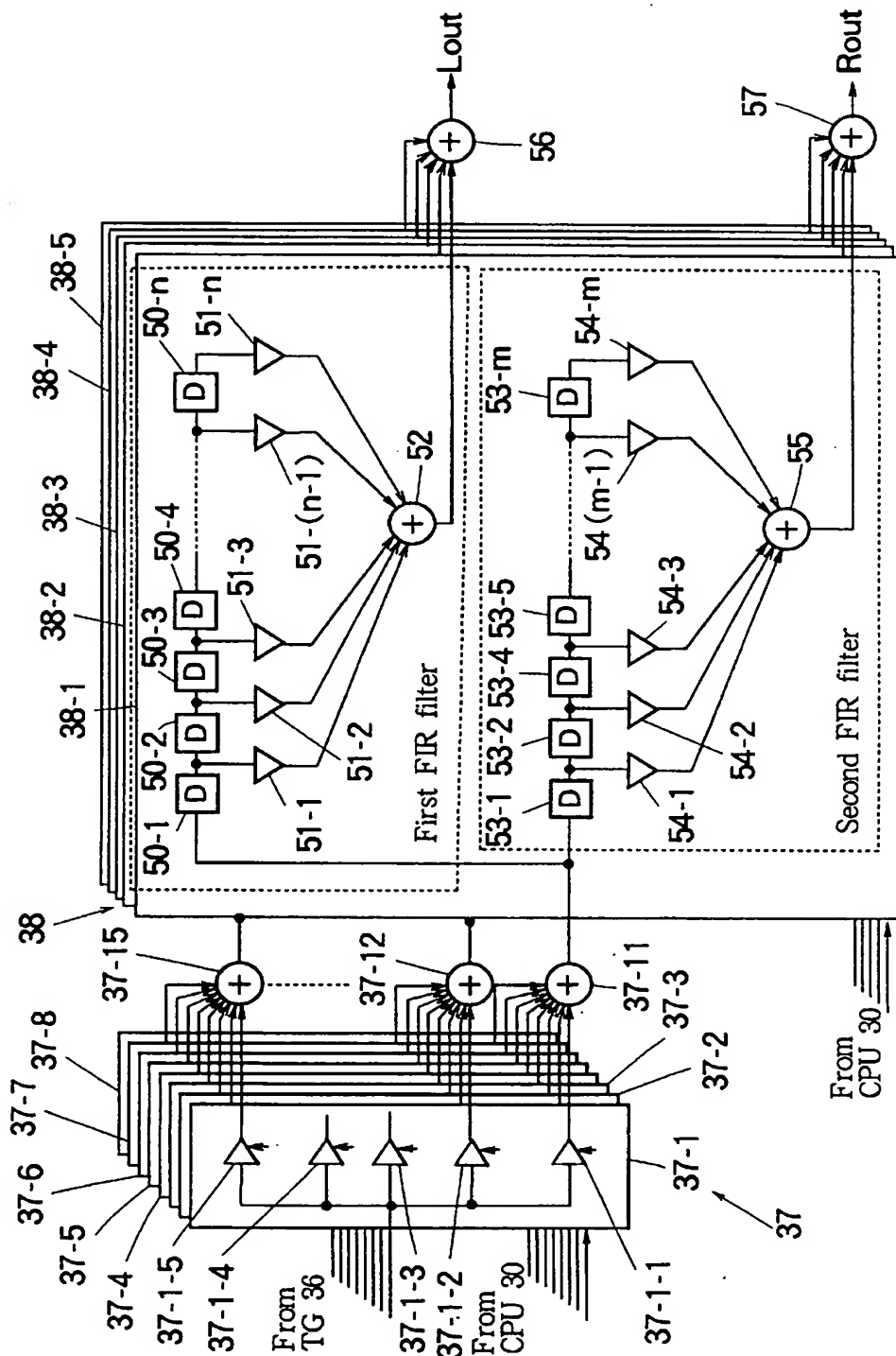


FIG. 7

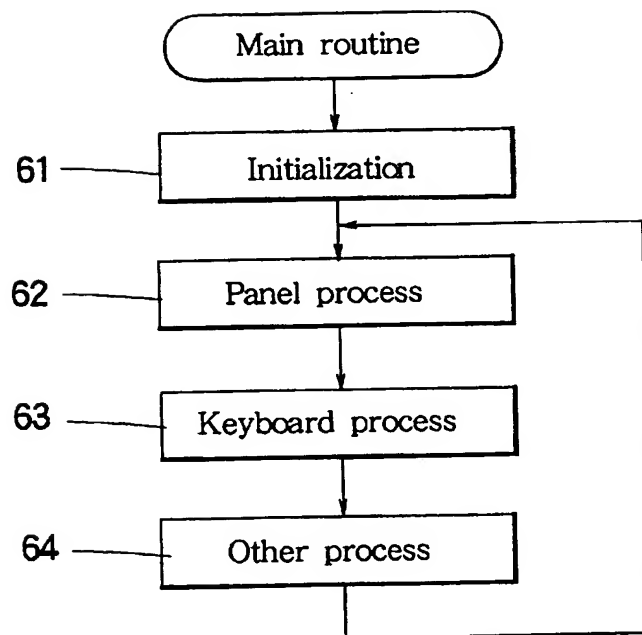


FIG. 8

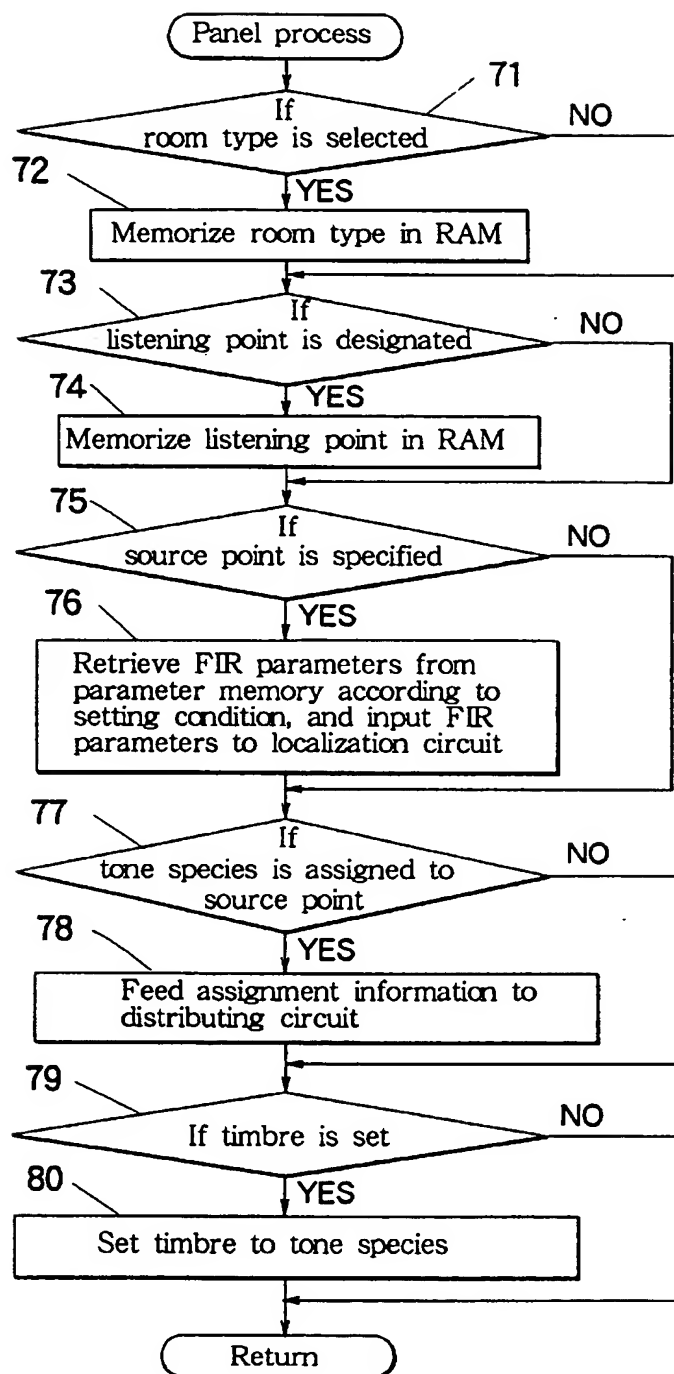
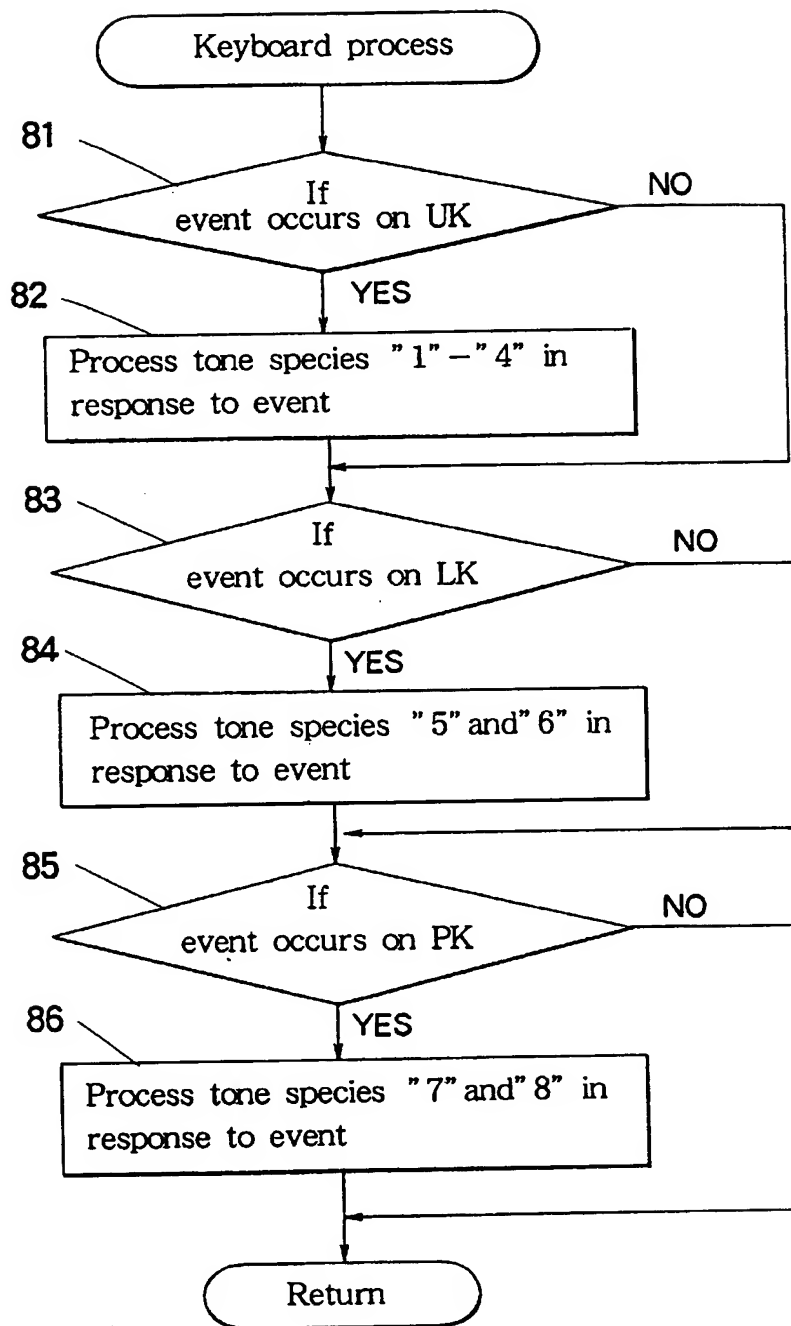


FIG. 9



# FIG. 10

PRIOR ART

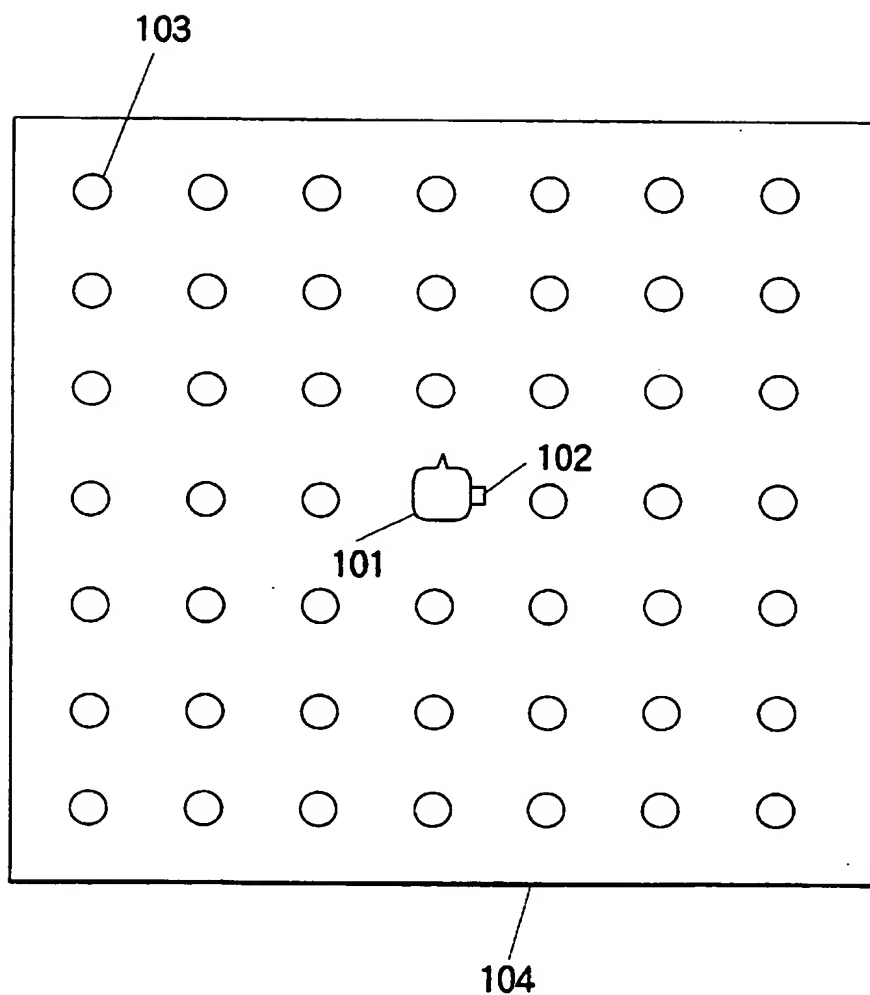
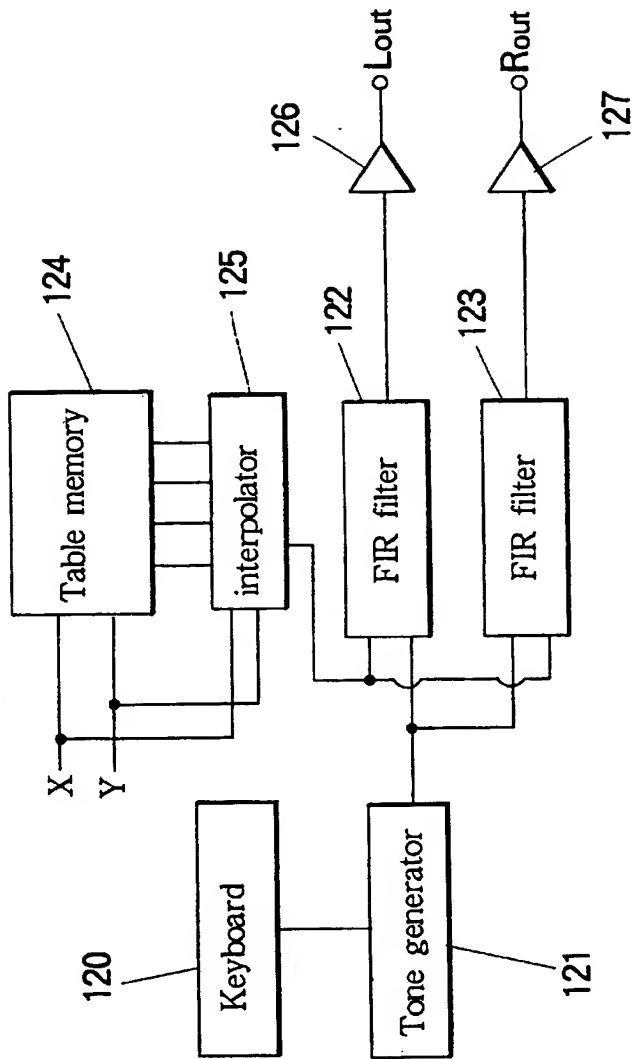


FIG. 11

PRIOR ART







(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-92968

(43) 公開日 平成7年(1995)4月7日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 0 H 1/00	C	8622-5H		
H 0 3 H 21/00		8842-5 J		
H 0 4 S 1/00	K	8421-5H		
7/00	F	8421-5H		

審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平5-258862

(22) 出願日 平成5年(1993)9月24日

(71) 出願人 000004075

ヤマハ株式会社

静岡県浜松市中沢町10番1号

(72) 発明者 井上 俊弘

静岡県浜松市中沢町10番1号 ヤマハ株式会社内

(72) 発明者 鳥村 浩之

静岡県浜松市中沢町10番1号 ヤマハ株式会社内

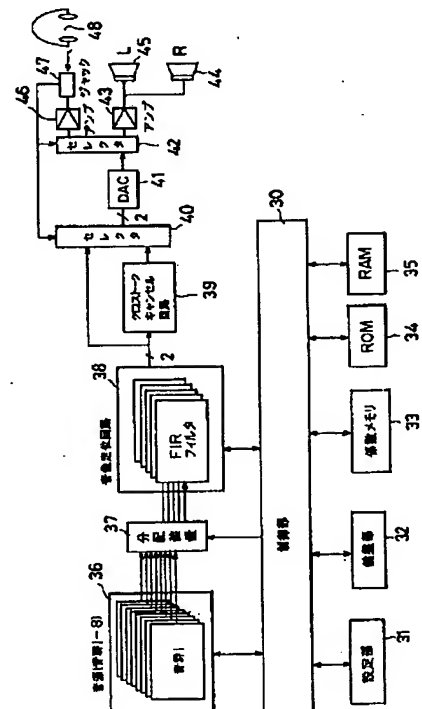
(74) 代理人 弁理士 脇 篤夫 (外1名)

## (54) 【発明の名称】 電子楽器の音像定位装置

## (57) 【要約】

【目的】 多彩な音像の定位ができる電子楽器の音像定位装置を提供すること。

【構成】 音源36の音群1～8を分配装置37により音像定位回路38の5系統のFIRフィルタに割り当てる。この割り当てはパネルに設けられた設定部31により行う。そして、各音群の音色を設定部31により行うと共に、各音群を所望の定位位置に割り当てる。係数メモリ33には音像を確定位置に定位させるためのFIRフィルタの係数データが記憶されており、設定された定位位置に応じた係数データが読み出されFIRフィルタの係数器に設定される。これにより、所望の定位位置に所望の音色の音像を定位させることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】複数の音色を選択して発音できる複数の音群と、

該複数の音群のそれぞれを、音像を定位させるN個の音像定位位置の内のM個 ( $M < N$ ) の音像定位位置のいずれかに割り当てる割り当て手段と、

上記M個の音像定位位置に割り当てられた上記音群よりの音像を定位させるM個の音像定位手段とを備えることを特徴とする電子楽器の音像定位装置。

【請求項 2】音群の音像を複数の音像定位位置のいずれかに割り当てる割り当て手段と、

該割り当て手段により割り当てられた音像定位位置に上記音群よりの音像を定位させる音像定位手段とを備え、上記音像定位手段は、複数の聴取位置のいずれかを選択して音像を定位できるようにしたことを特徴とする電子楽器の音像定位装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、電子楽器の音像定位装置に関するものであり、多数の音源を備える電子楽器に適用して好適なものである。

## 【0002】

【従来の技術】オーディオ装置においては古くからバイノーラル方式と呼ばれる音像定位方式が知られており、このバイノーラル方式により録音された信号を再生してヘッドホンで聴くことによりコンサート会場での臨場感や複雑な音場の再生をリアルに行うようにしている。そして、電子楽器の分野においても臨場感を高めるために演奏音を定位させて、よりリアルな臨場感を得るようにすることが行われている。このような、従来の電子楽器の音像定位装置を図 10 及び図 11 を参照しながら説明する。

【0003】図 10 にはダミーヘッド 102 の右耳及び左耳までの室 104 における伝達関数を求める概要が示されているが、この図に示す例においては人間の耳がほぼ左右対称になっていることを利用して、右耳だけにマイクロホンを設けるだけで右耳及び左耳までの伝達関数を測定しようとするものである。伝達関数は周知のようにインパルスを印加した時のインパルス応答をラプラス変換したものであるため、音源をインパルス音源とすることにより上記の右耳及び左耳までの伝達関数を容易に求めることができる。そこで、この図に示す○印の各位置にインパルス音源 103 を位置させてインパルス状の音を発音させ、この音をダミーヘッド 101 の右耳に設けたマイクロホン 102 で受けることにより、インパルス音源 103 が位置した○印の位置からの伝達関数を測定するようにする。さらに、インパルス音源 103 の設定位置を順次変えていくことにより○印の位置のすべての伝達関数を測定する。

【0004】ところで、左耳までの伝達関数は右耳と左

耳とが左右対称の位置にあることから○印の位置を反転した位置の右耳の伝達関数を用いるようにすることにより、左耳までの伝達関数とすることが出来る。このようにして求めた伝達関数を用いて音像を定位させる装置が図 11 に示されている。この図において、トーンジェネレータ 121 はキーボード 120 のイベントに制御されて発音が制御される音源部であり、各インパルス音源 103 を設置した位置の伝達関数のデータは FIR 係数テーブル 124 に収納されている。そして、トーンジェネレータ 121 から出力された信号は FIR (Finite Impulse Response) フィルタ 122 及び FIR フィルタ 123 に印加され、FIR フィルタ 122、123 には FIR 係数テーブル 124 から読み出された音像定位座標 X、Y に応じた FIR 係数が設定されている。そして、この FIR フィルタ 122、123 により上記のように求めた伝達関数を電氣的にシミュレーションするフィルタとされることにより上記伝達関数をシミュレーションできるようにしている。

【0005】なお、補間器 125 は音像を定位すべき位置の座標 X、Y が測定した○印のポイントではない位置の時に、隣接する測定位置の係数データを用いて、音像を定位すべき位置の係数を内分演算によって算出している。このようにして、音像定位処理の施された信号はアンプ 126 により増幅されて左チャンネルの出力信号となり、またアンプ 127 により増幅されて右チャンネルの信号として出力されこれらの出力信号をヘッドホンで聴くことにより、設定された位置に定位された音像とすることができる。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、図 10 に示すようにして伝達関数の測定を行うと、測定を行う左右の位置を全く左右対称にすることが不可能に近いことから、測定位置の誤差が生じるようになり、この誤差によりダミーヘッドに設けたマイクで受ける応答信号が微妙にずれるようになる。このため、測定された伝達関数もずれたようになり、この伝達関数を用いた音像定位装置で定位した音像がぼやけた音像となってしまうと共に、ダミーヘッドの前方及び後方の位置においては、測定した右耳における伝達関数をそのまま左耳の伝達関数としているため、ステレオとならずモノラルになってしまうという問題点があった。

【0007】また、音像を定位する音源が 1 つしか設けられていないため、広い空間で複数の音源が演奏しているような臨場感を得ることができないという問題点があった。そこで、本発明は多彩な音像の定位ができる電子楽器の音像定位装置を提供することを目的としている。さらに、本発明は複数の聴取位置を選択できる音像定位装置を提供することを目的としている。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため

に、本発明は複数の音色を選択して発音できる複数の音群を用意し、この複数の音群を、それぞれ音像を定位させる複数の音像定位位置のいずれかに割り当てると共に、所定の音像定位位置に割り当てられた音群を定位回路により所望の定位位置に定位させるようにしたものである。また、本発明は音群の音像を複数の音像定位位置のいずれかに割り当て、割り当てられた音像定位位置に上記音群を定位させると共に、音像定位された楽音を聴取する聴取位置を複数箇所選択できるようにしたものである。なお、図1に示すようにして伝達関数を測定すると、ダミーヘッドの左右に設けたマイクから伝達関数の測定を行えるので、測定位置の誤差が生じないようになる。このため、測定された伝達関数はずれることがなく、この伝達関数を用いた音像定位装置で定位した音像はクッキリとした音像とできると共に、測定した右耳と左耳における伝達関数を用いているため、ステレオとならずモノラルになってしまうという問題点を解決することができる。

#### 【0009】

【作用】本発明によれば、複数の音源毎に異なる音像を定位させることができるため、各音群が広い空間で演奏しているような臨場感を得ることができる。また、聴取位置を選択できるため、演奏しながら聴衆に聞こえている音場を確認することができる。

#### 【0010】

【実施例】本発明において音場の伝達関数を測定する概要を図1に示す。この図において、1～19はインパルス音源を設置して伝達関数を測定する位置を示しており、この位置を音像定位位置としてオーケストラにおける各楽器の位置に対応させることができる。そして、この図では3の位置にインパルス音源をおき指揮者Aの位置において伝達関数を測定する場合が示されている。すなわち、3の位置においたインパルス音源から発せられたインパルス音は直接指揮者の位置Aに置かれたダミーヘッド23-1に達すると共に、室20の壁に当たって反射されてダミーヘッド23-1に達する。このダミーヘッド23-1に達した音はその右耳に設けられたマイクR21-1と左耳に設けられたマイクロホンL22-1により受信され、この受信信号を処理することにより伝達関数が求められる。

【0011】また、ダミーヘッドは指揮者の位置Aだけに設けられているのではなく、第2のダミーヘッド23-2が室20の音楽を鑑賞する際の最適位置Bに設けられており、さらに第3のダミーヘッド23-3が後方の位置Cに設けられている。これらのダミーヘッド23-2、23-3にもダミーヘッド23-1と同様に右耳にマイクロホンR21-2、R21-3が設けられ、左耳にマイクロホンL22-2、L22-3がそれぞれ設けられており、例えば、3の位置に置いたインパルス音源から発せられたインパルス音を受けることより、それぞ

れの位置B、Cの伝達関数を求めるようにしている。

【0012】このように、1～11の各位置にインパルス音源を位置させるようにして、図示するA、B、Cの各位置の伝達関数をそれぞれ測定するようにする。また、12～19の位置の各伝達関数は、1～8の位置と12～19の位置とが線対称に位置していることから、測定された1～8の位置の伝達関数の右耳と左耳の伝達関数を入れ替えることにより12～19の位置の伝達関数を作成するようにする。従って、測定のためにインパルス音源を置く位置の数を半減することができ、伝達関数を容易に求めることができるようになる。

【0013】また、図1に示すようにして伝達関数を求めたことにより、位置の誤差に伴う伝達関数のずれがないことから測定したポイントによる再現性が良くなり、また伝達関数の左右を入れ替えたことによる誤差も人間の左右の形状による僅かな違いだけとなる。さらに、真正面の9、10、11の位置の伝達関数も左右で微妙に異なるため、モノラルとなることがなくなる。なお、伝達関数には室の残響特性も含まれているが、このような測定を大ホール、ライブハウス、ジャズクラブ、スタジアム、小ホールにおいて予め行いその伝達関数のデータを記録しておくことにより、図2に記録された種々の室の臨場感を有する音像定位を行うことができる残響特性を含む伝達関数のデータ例を示す。

【0014】この図に示すように、測定された室のタイプはホール、チャーチ、・・・、ルームとなっており、その聴取位置は図1に図示する指揮者位置A、最適位置B、後方の位置Cであり、定位位置すなわちインパルス音源において測定した位置は図1に図示する1～11とされている。そして、各データは室のタイプをホールとし定位位置を1とした場合において、聴取位置が指揮者位置Aの場合の左耳から得られたデータがHL1A、右耳から得られたデータがHR1Bであり、聴取位置が最適位置Bの場合の左耳から得られたデータがHL1B、右耳から得られたデータがHR1Bであり、さらに、聴取位置が後方の位置Cの場合の左耳から得られたデータがHL1C、右耳から得られたデータがHR1Cである。

【0015】また、室のタイプをチャーチとし定位位置を1とした場合の例を上げると、聴取位置がAの場合の左耳から得られたデータがCL11A、右耳から得られたデータがCR11Aであり、聴取位置が最適Bの場合の左耳から得られたデータがCL11B、右耳から得られたデータがCR11Bであり、聴取位置を後方の位置Cとした場合の左耳から得られたデータがCL11C、右耳から得られたデータがCR11Cである。この図に示す他のデータも上記データと同様にして得たデータであるので、他のデータの説明はここでは省略する。なお、一般に音像定位回路はFIRフィルタにより構成されることから、上記各データはFIRフィルタの係数

データとされている。

【0016】また、この表に見られるように定位位置12～19に対するデータは示されていないが、これらの定位位置12～19におけるデータは図3に示す変換テーブルに基づいて得ることができる。すなわち、定位位置12の対称位置が7であるので、前記の通り定位位置7の左右のデータを入れ替えば定位位置12のデータとすることができる。すなわち、左耳から得られたデータHL7Aを右耳側のデータHR12Aとし、右耳から得られたデータHR7Aを左耳側のデータHL12Aとする。このようにして変換テーブルに基づき定位位置12～19の各データを得ることができる。

【0017】そして、これらのデータの内所望のタイプの室において所望の定位位置のデータを選択して音像定位装置に印加することにより所望の音像定位を得ることができるようになる。次に、図4に示す定位位置1～19の内●印で示す定位位置1、6、9、15、17の位置に複数の音色を選択できる音群を定位でき、さらにその聴取位置を指揮者の位置A、最適位置B及び後方の位置Cの一つが選択できる電子楽器の音像定位装置を図5及び図6を参照しながら説明する。なお、図4に示す例では定位位置1に割り当てられた音群の音色としてコーラスとピアノとパーカッションが選択されており、定位位置6に割り当てられた音群の音色としてギターとストリングスが、定位位置9に割り当てられた音群の音色としてコーラスとトランペットとドラムが、定位位置15に割り当てられた音群の音色としてストリングスが、定位位置17に割り当てられた音群の音色としてコーラスとバスがそれぞれ選択されている。

【0018】図5において、制御部30は主にマイクロコンピュータ(CPU)により構成されており、電子楽器全体を制御している。また、ROM34には制御部30の制御プログラム及び各種楽音制御データ等が記憶されており、RAM35は制御部30のワーキングレジスタ等に用いられている。さらに鍵盤部32は、上鍵盤、下鍵盤、ペダル鍵盤により構成されている。音源36は音群1ないし音群8の8つの音群により構成されており、各音群1～8はギターやピアノ等の複数の音色を選択することができ、選択された音色が出力されている。このため、この電子楽器においては8つの音群から出力される8つの音色を同時に発音することができる。これらの音群1～8のうち、4つの音群が鍵盤部32の上鍵盤に割り当てられており、2つの音群が下鍵盤に割り当てられ残る2つの音群がペダル鍵盤に割り当てられている。したがって、上鍵盤を押鍵すると選択された4つの音色が同時に発音される。同様に下鍵盤、ペダル鍵盤を押鍵するとそれぞれ選択された2音色が同時に発音される。また、これらに音色の音量バランス、鍵域設定は設定部31で設定される。

【0019】また、係数メモリ33には室のタイプ、聴

取位置、定位位置ごとに音像定位回路38を構成するFIRフィルタの係数がそれぞれ記憶されており、制御部30の制御の基で設定部31により指定された音群1～8ごとの定位位置や聴取位置のFIR係数が係数メモリ33から読み出されて音像定位回路38に印加されている。そして、音像定位回路38には5系統のFIRフィルタが設けられており、この5系統のFIRフィルタのそれぞれが図4に示す●印の定位位置のそれぞれに対応している。しかしながら、音像定位回路38にはFIRフィルタの数より多い8つの音群が供給されるため、分配装置37により音群1～音群8を5系統のFIRフィルタに割り当てている。このFIRフィルタには前記のように係数メモリ33から読み出された係数が入力されており、この係数が設定されたFIRフィルタにより音像定位処理された右チャンネルと左チャンネルの2系統の信号が音像定位回路38から出力されている。

【0020】この時、ヘッドホン48がヘッドホンジャック47に差し込まれていたとすると、このジャック47の作用によりセレクト40が音像定位回路38の出力をDAコンバータ41に印加するよう選択し、セレクト42がDAコンバータ41の出力をアンプ46に印加するよう選択するようになる。このため、音像定位回路38の出力はDAコンバータ41によりアナログ信号に変換され、アンプ46により増幅されてヘッドホン48を駆動する。これにより、ヘッドホン48からは図4に示すような定位位置に各音群が定位された音像を、設定された聴取位置により聴取することができるようになる。

【0021】また、ヘッドホン48がジャック47に差し込まれていない時は、クロストークキャンセル回路39で処理された音像定位回路38の出力がセレクト40により選択され、その出力がDAコンバータ41によりアナログ信号に変換されてセレクト42に印加される。そして、変換されたアナログ信号はセレクト42によりアンプ43に印加されるようにされて、このアンプ43により増幅されて左のスピーカL45及び右のスピーカR44から発音される。

【0022】なお、クロストークキャンセル回路39は一方の耳から他方の耳へクロストークする信号成分をキャンセルすることにより、キャンセル処理された信号がスピーカL45、R44から発音された時に、所定の定位位置に音像を定位させるための回路である。このような回路は特開昭4-150400号公報に記載されているように従来から知られている回路である。また、スピーカから発音させることにより音像を所定位置に定位させるにはスピーカの位置及び聴取する位置が予め定められている必要があるが、電子楽器においては一般にスピーカは内蔵されており、更に演奏する位置は固定されているため設定したとおりに音像を定位させることができる。

【0023】次に、分配装置37と音像定位回路38の詳細を図6に示す。この図において、分配装置37は音

源3.6の音群1～8の8つの音群に対応して8つの分配回路37-1～37-8により構成されている。これらの分配回路のうちの一つの分配回路37-1を図6では詳細に示しているが、分配回路37-1～37-8はすべて同じ構成とされている。そこで、分配回路37-1について説明すると、分配回路37-1は乗算器37-1-1～37-1-5の5つの乗算器からなり、各乗算器37-1-1～37-1-5には制御部30よりの乗算係数がそれぞれ入力されている。乗算係数は任意の係数を設定することができ、例えば乗算器37-1-1の乗算係数を「0」とすると乗算器37-1-1に入力された信号を阻止することができ、乗算係数を「1」に設定すると入力された信号をそのまま通過させることができるようになる。更に、上鍵盤のように4つの音群が割り当てられている場合には、この係数を調整してその音量調整を行うようにしている。これらの乗算器37-1-1～37-1-5からの出力はそれぞれ5つの加算器37-11～37-15に入力されている。

【0024】このような処理が制御部30からの制御信号に基づいて他の分配回路37-2～37-8においても行われる。そして、分配回路37-2～37-8からの各乗算器からの出力もこれらの加算器37-11～37-15に入力されて、これらの加算器により加算されて5系統の信号とされて音像定位回路38に印加されている。この音像定位回路38は5つの定位回路38-1～38-5と加算器56、57から構成されているが、定位回路38-1～38-5の回路は同じ回路とされているため図示する定位回路38-1について説明を行う。定位回路38-1は第1のFIRフィルタと第2のFIRフィルタとからなり、この第1のFIRフィルタは縦続接続された遅延回路50-1～50-nと、この遅延回路50-1～50-nの各出力に係数を乗算する係数器51-1～51-n及び係数器51-1～51-nの各出力を加算する加算器52により構成されている。

【0025】また、第2のFIRフィルタも同様の構成であり、縦続接続された遅延回路53-1～53-mと、この遅延回路53-1～53-mの各出力に係数を乗算する係数器54-1～54-m及び係数器54-1～54-mの出力を加算する加算器52により構成されている。この第1のFIRフィルタ及び第2のFIRフィルタは従来から知られているフィルタであるのでその詳細な説明は省略するが、その係数器に設定する係数値により種々の特性のフィルタとすることができる。このフィルタの係数器51-1～51-n及び54-1～54-mには係数メモリ33から制御部30の制御に基づいて設定された室のタイプ、聴取位置、定位位置に応じた係数値が読み出されて、各係数が設定されることにより、所定のフィルタ処理が行われる。

【0026】そして、所定のフィルタ処理が行われた第

1のFIRフィルタの加算器52からの出力は加算器56に供給され、第2のFIRフィルタの加算器55からの出力は加算器57に供給される。この加算器56、57には他の定位回路38-2～38-5からの第1のFIRフィルタ及び第2のFIRフィルタからの出力もそれぞれ供給されており、供給された信号が加算されて2系統の出力とされて出力されている。この2系統の信号は左右に位置する発音体のLチャンネルの信号LとRチャンネルの信号Rとされている。

【0027】次に、図5に示す電子楽器の音像定位装置のフローチャートを図7ないし図9に示す。図7は制御部30を構成するCPUのフローチャートであり、電源が投入されると、メインルーチン60の初期設定ステップに61によりイニシャライズルーチンが実行される。その後パネル処理ステップ62に移行し、このパネル処理ステップ62において電子楽器のパネルから設定されているパラメータを取り込んでそのパラメータをRAMに記憶しておく。設定されるパラメータには室のタイプ、聴取位置、定位位置等のパラメータがある。次に、鍵盤処理ステップ63において鍵盤のイベントが検出されてその発音処理や消音処理が行われ、さらにその他の処理がステップ64により行われてパネル処理ステップ62に戻るようにされている。すなわち、ステップ62からステップ64はループを構成して常時循環されている。

【0028】図8にパネル処理のフローチャートの詳細を示す。この図に示すステップ71によりホール、チャーチ、ルーム等の室のタイプの選択操作があるか否かが検出され、「イエス」の時はその選択操作された室のタイプのパラメータがステップ82においてRAM35に記憶されて、ステップ73に移行する。また、「ノー」の時はステップ73に直接移行しこのステップ7.3.において指揮者位置、最適位置、後方の位置の聴取位置の設定操作があるか否かが検出される。そして、「イエス」の時は設定された聴取位置のパラメータがステップ74においてRAM35に記憶されてステップ75に移行し、「ノー」の時はステップ75に直接移行し、このステップ75において定位位置操作があるか否かが検出される。この操作は1～19の定位位置の内の5つの定位位置を選択する操作である。

【0029】そして、定位位置の操作がある時はステップ76において係数メモリ33から室のタイプと聴取位置と定位位置のパラメータに応じて、係数を読み出して音像定位回路38に係数を設定する。ただし、この場合定位位置が12～19の時は変換テーブルを通して読み出し左右の係数データを入れ替えて設定する。そして、ステップ77に移行するが、定位位置の操作がない時はステップ77に直接移行し、このステップにおいて定位位置に音群を割り当てる操作があるか否かが検出され、「イエス」の時は分配装置37にその割当パラメー

タが送られ、ステップ 7 9 に移行する。また、「ノー」の時は直接ステップ 7 9 に移行する。このステップ 7 9 において、音色設定操作があるか否かが検出され「イエス」の時はステップ 8 0 において対応する音群にギターやピアノ等の音色情報が設定されて、「ノー」の時と同様にパネル処理が終了しリターンされる。

【0 0 3 0】次に、鍵盤処理のフローチャートを図 9 に示す。この図において、上鍵盤（U K）のイベントがステップ 8 1 により検出され、「イエス」の時は上鍵盤に割り当てられた音群 1 ～ 4 の音源 3 6 に対してイベントに対応する発音チャンネルの割り当て及び発音指示処理が行われてステップ 8 3 に移行する。また、「ノー」の時はステップ 8 3 に直接移行して下鍵盤（L K）のイベントが検出される。そして、下鍵盤のイベントがあると検出されるとステップ 8 4 において、下鍵盤に割り当てられた 2 つの音群 5, 6 の音源に対してイベントに対応する発音チャンネルの割り当て及び発音指示処理が行われ、ステップ 8 5 に移行する。また、「ノー」の時はステップ 8 5 に直接移行してペダル鍵盤（P K）のイベントが検出される。この時に、イベントが検出されて「イエス」とされるとペダル鍵盤に割り当てられている 2 つの音群 7, 8 の音源 3 6 に対して、イベントに対応する発音チャンネルの割り当て及び発音指示処理が行われ、「ノー」の時と同様に鍵盤処理が終了しリターンされる。

【0 0 3 1】前記パネル処理において説明したように、本発明は 1 ～ 1 9 の定位位置のうちの 5 つの定位位置に音群を、例えば図 4 に示すように割り当てているため、音群の定位位置は音群の音色を変更しても変化しない。すなわち、図 4 において定位位置 1, 9, 1 7 に音群 1 を割り当て、音群 1 の音色としてコーラスを選択すると 3 方からコーラスが聞こえるようになり、広がった臨場感のあるコーラスとすることができる。また、音群 2 を定位位置 6 に割り当て音群 3 を定位位置 1 5 に割り当て、音群 2 と音群 3 の音色としてストリングスを選択すると、2 つの位置からストリングスが聴こえるようにされ、数本のストリングスがある効果を奏することができる。さらに、この場合音群 2 の音色としてギター等の音色を選択することもできる。

【0 0 3 2】ところで、本発明においては音群の数に対して音像定位回路の F I R フィルタの数が少ないが、1 つの音群の音色を複数の音像定位回路の F I R フィルタに割り当てることができるため、まったく同じ定位にならず、F I R フィルタの少なさを補うことができる。また、室のタイプを混ぜることも可能であり、ある音像定位位置にホールを割り当て、他の定位位置においてチャーチを割り当てるといったように混在させると新規な音響効果を得ることができる。なお、複数の定位位置に対し同じ音群を割り当てるとは分配装置への係数を小さくして、他の楽器との音量バランスをとるようにするのが

よい。

【0 0 3 3】

【発明の効果】本発明は以上のように構成されているので、音群ごとに音像定位位置を定めることができ、各音源がそれぞれ広い空間で演奏しているかのような臨場感を得ることができる。また、聴取位置を選択できるため演奏しながら聴衆の聞こえている音場を確認することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の音場の伝達関数を測定する概要を示す図である。

【図 2】伝達関数のデータ例の表を示す図である。

【図 3】定位位置の変換テーブルを示す図である。

【図 4】音群を割り当てる定位位置を示す図である。

【図 5】本発明の電子楽器の音像定位装置のブロック図である。

【図 6】本発明の分配装置と音源定位回路の詳細を示す図である。

【図 7】制御部のフローチャートを示す図である。

【図 8】パネル処理のフローチャートを示す図である。

【図 9】鍵盤処理のフローチャートを示す図である。

【図 1 0】従来の音場の伝達関数を測定する概要を示す図である。

【図 1 1】従来の音像定位装置のブロック図である。

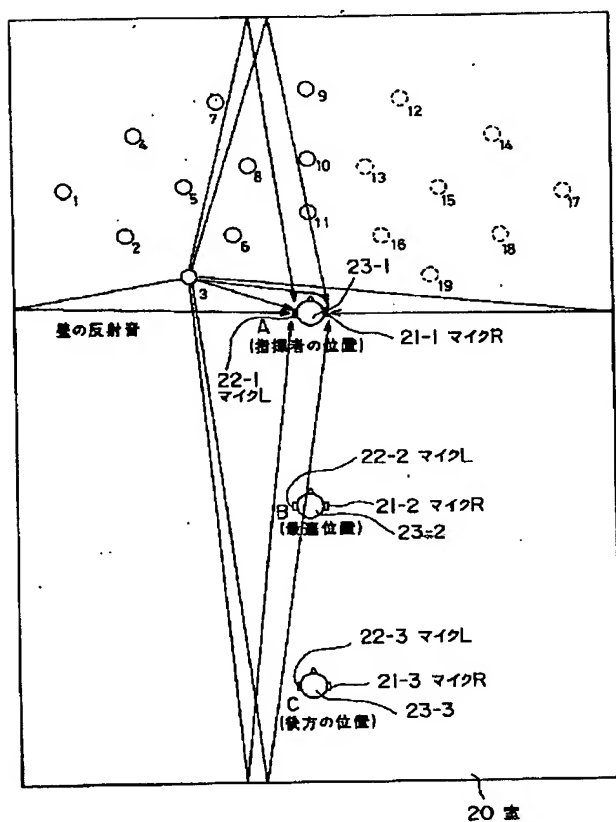
【符号の説明】

1 ～ 1 9 定位位置  
2 0 室  
2 1-1 ～ 2 1-3, 2 2-1 ～ 2 2-3, 1 0 2 マイク  
2 3-1 指揮者の聴取位置  
2 3-2 最適位置  
2 3-3 後方の位置  
3 0 制御部  
3 1 設定部  
3 2 鍵盤部  
3 3 係数メモリ  
3 4 ROM  
3 5 RAM  
3 6 音源  
3 7 分配装置  
3 7-1-1 ～ 3 7-1-5 乗算器  
3 7-1 ～ 3 7-8 分配回路  
3 7-1 1 ～ 3 7-1 5, 5 2, 5 5, 5 6, 5 7 加算器  
3 8 音像定位回路  
3 8-1 ～ 3 8-5 定位回路  
3 9 クロストークキャンセル回路  
4 0, 4 2 セレクタ  
4 1 D A コンバータ  
4 3, 4 6, 1 2 6, 1 2 7 アンプ

- 44, 45 スピーカ
- 47 ジャック
- 48 ヘッドホン
- 50-1~50-n, 53-1~53-m 遅延回路
- 51-1~51-n, 54-1~54-m 係数器
- 60~64 制御部の各ステップ
- 71~80 パネル処理の各ステップ
- 81~86 鍵盤処理の各ステップ

- 101 ダミーヘッド
- 103 インパルス音源
- 104 室
- 120 キーボード
- 121 トーンジェネレータ
- 122, 123 FIRフィルタ
- 124 FIR係数テーブル
- 125 補間器

【図1】

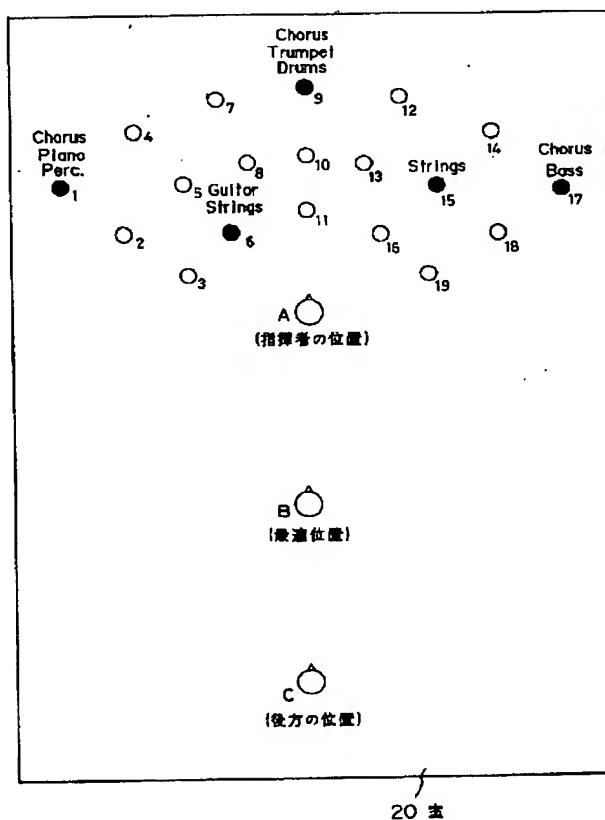


【図3】

変換テーブル

定位位置	12	13	14	...	19
対称な定位位置	7	8	4	...	3

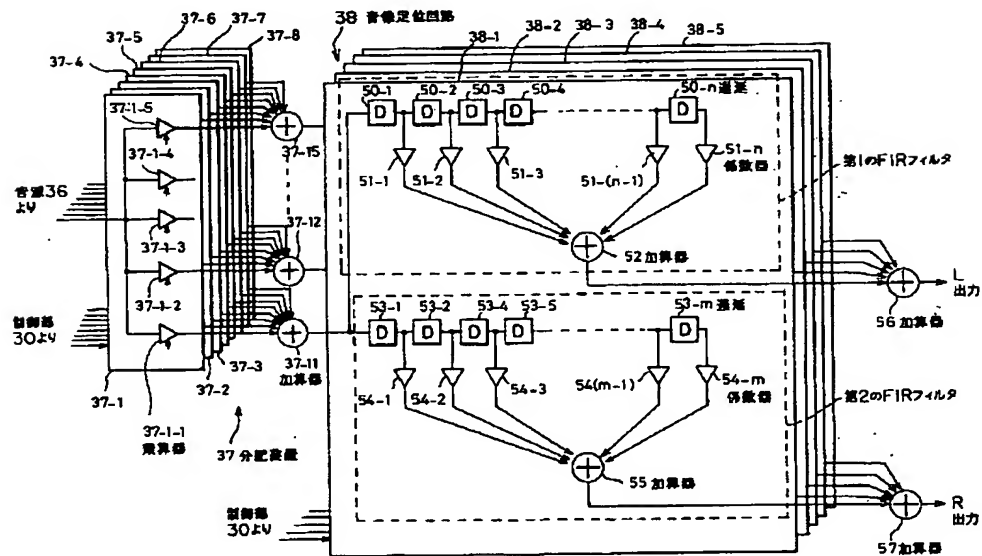
【図4】



【図2】

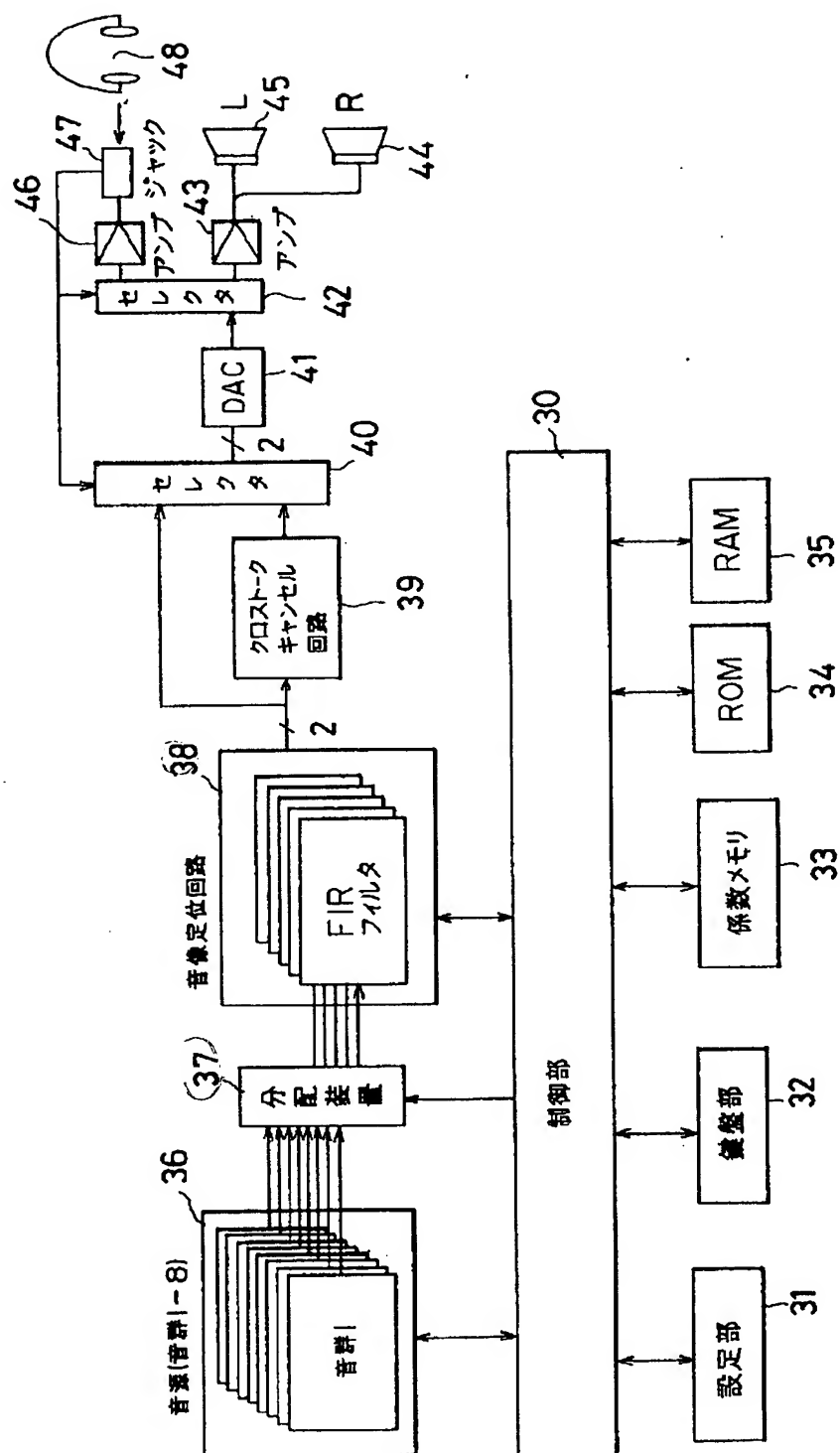
タイプ	足位 位置	1	2	...	11
ホ ー ル	A	HL1A, HR1A	HL2A, HR2A	...	HL11A, HR11A
	B	HL1B, HR1B	HL2B, HR2B	...	HL11B, HR11B
	C	HL1C, HR1C	HL2C, HR2C	...	HL11C, HR11C
チ ャ ー チ	A	CL1A, CR1A	CL2A, CR2A	...	CL11A, CR11A
	B	CL1B, CR1B	CL2B, CR2B	...	CL11B, CR11B
	C	CL1C, CR1C	CL2C, CR2C	...	CL11C, CR11C
ル ー ム	A	RL1A, RR1A	RL2A, RR2A	...	RL11A, RR11A
	B	RL1B, RR1B	RL2B, RR2B	...	RL11B, RR11B
	C	RL1C, RR1C	RL2C, RR2C	...	RL11C, RR11C

【図6】

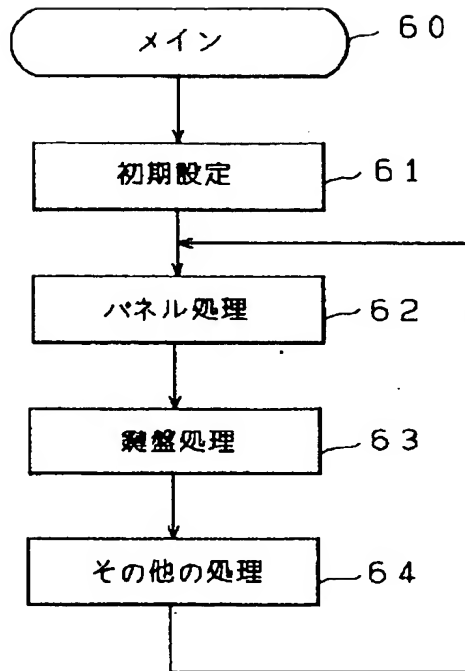




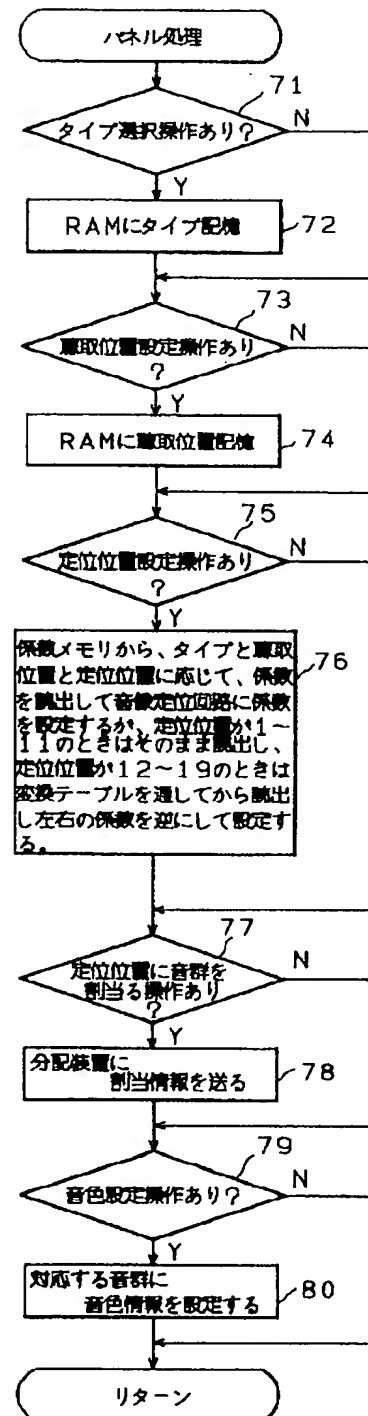
【図5】



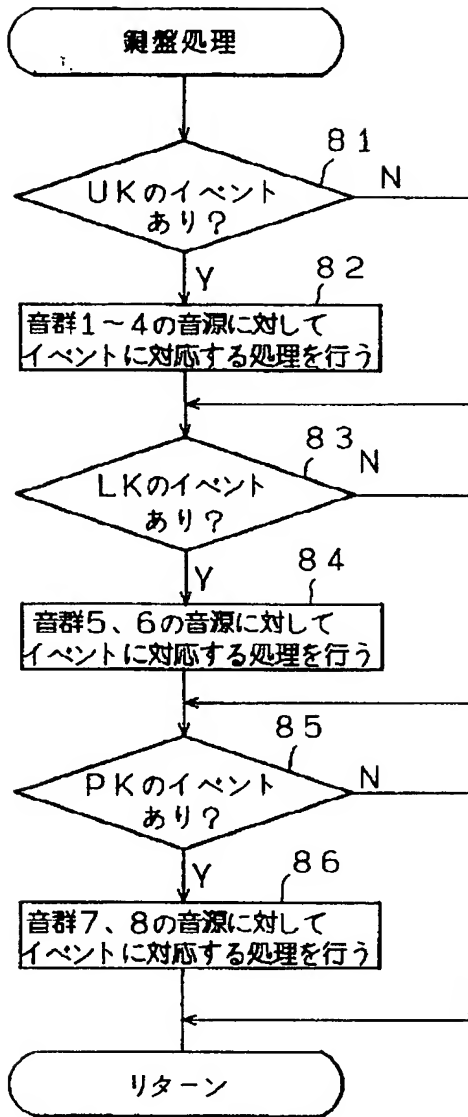
【図 7】



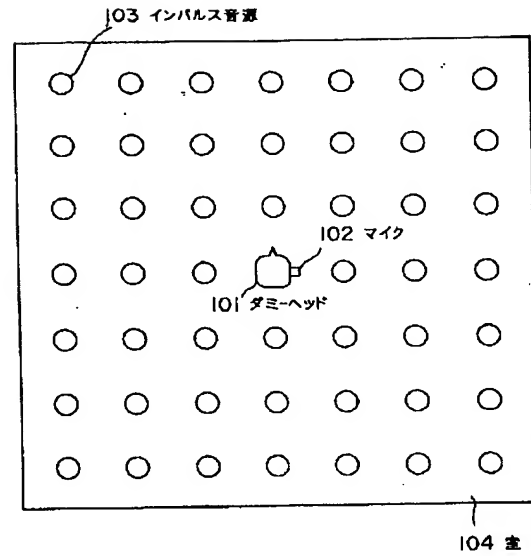
【図 8】



【図9】



【図10】



【図11】

